



**UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA  
BARCELONATECH**

**Escola Superior d'Agricultura de Barcelona**

# **EFFECTE DE LA DIVERSITAT D'HERBES SOBRE EL RENDIMENT DEL CEREAL**

Treball final de grau  
Enginyeria Agrícola

Autora: Irene de la Fuente Carratalà

Tutor: Jordi Izquierdo Figarola

6/6/ 2018

## Resum

Des de sempre s'ha tingut una visió negativa entorn a la presència de flora adventícia en els cultius pels seus efectes negatius sobre la producció. És per això que al llarg dels anys s'han intentat eradicar amb diverses mesures culturals, si més no, s'estan evidenciant disminucions en poblacions d'aus, artròpodes i mamífers que s'associen a aquesta pèrdua de diversitats als camps de cultiu.

En aquest treball es pretén esbrinar quin tipus d'efecte causa la presència de biodiversitat d'herbes sobre el rendiment de blat i espelta, per tal de poder trobar quina és la diversitat òptima d'herbes que permeti mantenir les poblacions abans esmentades i no provoqui grans pèrdues en el rendiment.

El treball experimental s'ha realitzat en 8 camps de blat i espelta arreu de Catalunya, sobre els quals s'ha calculat el rendiment obtingut en 10 quadrats d'1m<sup>2</sup> cadascun i sobre els quals s'ha fet un mostratge de la flora arvense present per tal d'estimar la seva cobertura, alçada i diversitat mitjançant l'índex de Shannon.

S'han establert les relacions entre cobertura, biovolum i biodiversitat amb el rendiment del cereal i s'han estimat insuficients per a l'establiment de conclusions, així doncs, s'han comparat els camps amb produccions més similars i amb major i menor rendiment per tal de trobar diferències entre ells.

S'ha trobat que per a biovolums d'herbes totals similars, els camps amb més biodiversitat d'herbes tenen una menor pèrdua de rendiment sempre i quant cap espècie predomini per sobre de les altres, sobretot que la dominant no sigui *Lolium rigidum*, ja que s'ha trobat que la presència d'aquesta espècie redueix el rendiment del cereal.

**Paraules clau:** Biodiversitat, flora adventícia, rendiment, índex de Shannon, blat, espelta, *Lolium rigidum*.

## Resumen

Desde siempre se ha tenido una visión negativa entorno a la presencia de flora adventicia en los cultivos por sus efectos negativos sobre la producción. Es por eso que a lo largo de los años se han intentado erradicar con diferentes medidas culturales, no obstante, se están evidenciando disminuciones en poblaciones de aves, artrópodos y mamíferos que se asocian a esta pérdida de diversidad en los campos de cultivo.

En este trabajo se pretende estudiar qué tipo de efecto causa la presencia de biodiversidad de hierbas sobre el rendimiento de trigo y espelta, con tal de poder encontrar cual es la diversidad óptima de hierbas que permita mantener las poblaciones antes comentadas y no provoque grandes pérdidas en el rendimiento.

El trabajo experimental se ha realizado en 8 campos de trigo y espelta repartidos por Cataluña, sobre los cuales se ha calculado el rendimiento obtenido en 10 cuadrados de 1m<sup>2</sup> cada uno y sobre los cuales se ha realizado un muestreo de la flora arvense presente con tal de establecer el grado de biodiversidad presente mediante el índice de Shannon.

Se han establecido relaciones individuales entre cobertura, biovolumen y biodiversidad con el rendimiento del cereal y se han estimado insuficientes para establecer conclusiones, así pues, se han comparado los campos con producciones similares y con mayor y menor rendimiento con tal de encontrar las diferencias entre ellos. Con estas observaciones, se ha hecho evidente la importancia de las especies presentes y el volumen con el que se encuentran presentes.

Se ha encontrado que con biovolúmenes de hierbas totales similares, los campos con más biodiversidad de hierbas tienen una menor pérdida de rendimiento siempre y cuando ninguna especie predomine por encima de las otras, sobretodo en el caso de *Lolium rigidum* ya que se ha encontrado que está estrechamente relacionado con el rendimiento del cereal.

**Palabras clave:** Biodiversidad, flora adventicia, rendimiento, índice de Shannon, trigo, espelta, *Lolium rigidum*.



## Abstract

A negative vision has always existed about the presence of weeds in farmlands because of their negative effects on crop yield, therefore, efforts have been made to eradicate them, however, decreases on birds, arthropods and mammal's populations are being seen, and they are being attributed to this loss of biodiversity on crops.

The object of this project is to study what kind of effect causes the presence of weeds biodiversity on wheat and spelt yields, in order to find which is the optimal presence of weeds biodiversity that allows to maintain the populations previously commented and that doesn't trigger big loses on yield.

The experimental part of this project has been done in 8 wheat and spelt fields around Catalonia. The yield has been calculated by choosing 10 squares of 1m<sup>2</sup> each one, where has been performed a sampling of weed species in order to stablish the biodiversity grade through Shannon Index.

Individual relations have been established between coverage, biovolume, biodiversity against cereal yield and they have been estimated insufficient to establish conclusions, so that, crops with similar yields and crops with higher and lower yield have been compared in order to find differences between them. With these comparisons, it is clear the importance among the presence of weed species and the volume they occupy.

It has been found that with biovolumes of similar total weeds, crops with higher weed biodiversity have lower loss of yield as long as any specie has a higher biovolume than another, especially in case of the presence of *Lolium rigidum* because it has been founds that is strongly related with cereal yield.

**Key words:** Biodiversity, weeds, yield, Shannon Index, wheat, spelt, *Lolium rigidum*.

# Sumari

<b>AGRAÏMENTS</b>	<b>6</b>
<b>PREFACI</b>	<b>7</b>
<b>1. INTRODUCCIÓ</b>	<b>8</b>
1.1 La producció de cereal .....	8
1.2 Interferència de la flora adventícia sobre els cultius .....	9
1.2.1 Interferències per competència .....	9
1.2.2 Interferències per al·lelopatia .....	10
1.2.3 Factors que contribueixen a la competència .....	11
1.3 La diversitat de la flora adventícia i el seu valor funcional .....	12
1.4 La diversitat de la flora adventícia i els seus efectes sobre el rendiment dels cultius .....	14
<b>2. OBJECTIUS</b>	<b>16</b>
<b>3. MATERIALS I MÈTODES</b>	<b>17</b>
3.1 Localització i característiques dels cultius .....	17
3.2 Disseny experimental .....	19
3.3 Mostratge .....	24
3.3.1 Mostratge de la flora adventícia .....	24
3.3.2 Mostratge del cereal .....	24
3.4 Tractament de les dades .....	25
3.4.1 Tractament de les dades de flora adventícia .....	25
3.4.2 Tractament de les dades de cereal .....	26
<b>4. RESULTATS</b>	<b>27</b>
4.1 Condicions meteorològiques durant el cultiu .....	27
4.1.1 Dades estació meteorològica Pinós .....	27
4.1.2 Dades estació meteorològica Artès .....	29
4.1.3 Dades estació meteorològica Muntanyola .....	30
4.2 Incidències .....	31
4.2.1 Incidències degudes a plagues i malalties .....	31
4.2.2 Altres incidències .....	32
4.3 Rendiment del cereal i cobertura d'herbes .....	32
4.4 Rendiment del cereal i biovolum de flora adventícia .....	35

4.5 La biodiversitat vegetal dels camps: l'índex de Shannon .....	37
4.5.1 La relació entre el rendiment del cereal i la biodiversitat .....	38
4.6 Presència de flora adventícia .....	40
4.6.1 Presència de <i>Lolium rigidum</i> .....	43
4.6.2 Presència de <i>Veronica hederifolia</i> .....	46
<b>5. DISCUSSIÓ</b> .....	<b>48</b>
5.1 Discussió per camps .....	48
5.2 Discussió general .....	51
<b>CONCLUSIONS</b> .....	<b>53</b>
<b>BIBLIOGRAFIA</b> .....	<b>54</b>
Referències bibliogràfiques .....	54
Bibliografia complementària .....	59
<b>ANNEXOS</b> .....	<b>60</b>

## Agraïments

Al Jordi Izquierdo per haver-me guiat i ajudat amb la realització del treball i per haver-me acompanyat a fer els mostratges als camps.

Als meus pares i a totes les persones que m'han donat un cop de mà ajudant-me a fer el recompte de grans.

I sobretot, als agricultors que han cedit els camps per a realitzar el seguiment.



## Prefaci

Aquest treball s'ha realitzat com a part d'un projecte d'investigació a nivell nacional que es porta a terme des del "Instituto de Agricultura Sostenible" del CSIC i que està cofinançat pel Fons Social Europeu per tal de fomentar la investigació, el desenvolupament i la innovació en l'àmbit agrari.

*"Conciliando biodiversidad y producción: Efecto de la diversidad de la flora arvense sobre la producción y calidad del trigo"* és el nom que pren aquest projecte iniciat al 2016 i amb data de termini al 2019. Hi participen quatre entitats: INTIA (Navarra), Instituto de Agricultura Sostenible (Córdoba), Universitat Politècnica de Catalunya i Universitat de Córdoba.

Les zones en les que es realitzarà la part experimental són Catalunya, Navarra, Castella La Manxa i la Vall del Guadalquivir, ja que són importants àrees cerealístiques i difereixen en clima i producció.



## 1. Introducció

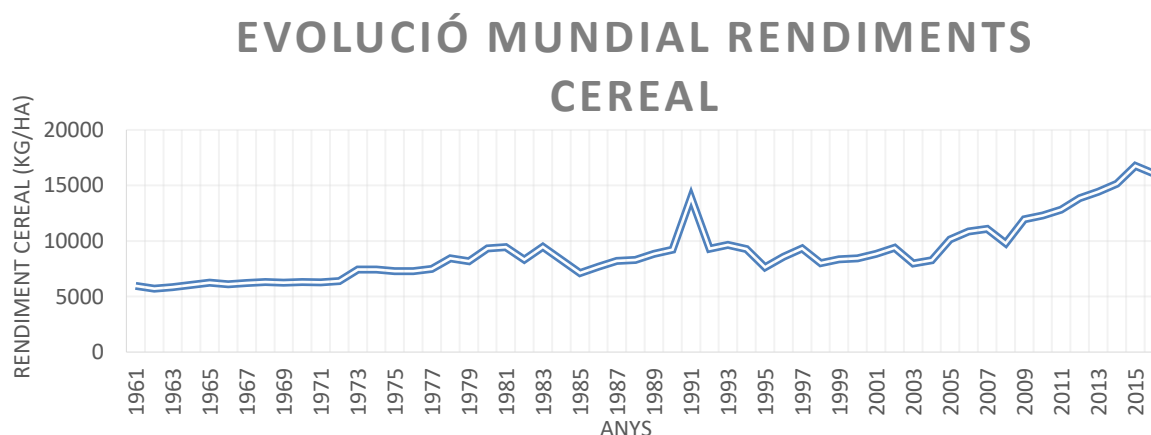
La biodiversitat és la variabilitat d'organismes vius i és important de cara a l'evolució i per al manteniment dels diversos ecosistemes (Conveni de Nacions Unides sobre la Diversitat Biològica, 1992). D'altra banda el concepte de mala herba, a partir d'ara enunciat com a flora adventícia o arvense, el trobem definit per la European Weed Research Society (EWRS) i la Sociedad Española de Malherbología (SEMh) com tota planta o vegetació que interfereix amb els objectius o les necessitats de l'home.

Segons aquestes dues definicions veiem que els cultius, al tractar-se d'ecosistemes, s'han de gestionar d'una manera en que es conservi la flora arvense però sense que interfereixi de manera significativa amb els objectius de l'agricultor.

Malgrat l'existència de diversos estudis que valoren de manera positiva la presència de flora adventícia i biodiversitat als conreus (Afrin et al., 2017; González-Andújar et al., 2015; Fernández-Quintanilla, 2017), són diversos els estudis que confirmen que en realitat hi ha una important pèrdua de biodiversitat en els ecosistemes agrícoles (Robinson i Sutherland, 2002).

### 1.1 La producció de cereal

La intensificació creixent de l'agricultura ha fet que els rendiments dels cultius s'incrementin al llarg dels anys. A la Figura 1 podem observar que a l'any 2015 el rendiment del cereal va augmentar més del doble respecte l'any 1961.



**Figura 1.** Evolució mundial dels rendiments de cereal des de l'any 1961 fins 2016. (Font: FAO, 2018).

Les pràctiques que es realitzen per tal de tenir un cultiu el més homogeni possible i obtenir alts rendiments són, entre d'altres, l'aplicació herbicides per tal d'eradicar el major nombre possible d'herbes no desitjades, ja que aquestes poden causar pèrdues importants de rendiment en els cultius. S'estima que la flora arvense arriba a disminuir la producció mundial i anual dels cultius en un 34% (Oerke, 2006) i en el cas dels cereals les pèrdues poden representar fins a un 80% de la producció (Izquierdo et al., 1997). Realitzant aquest tipus de pràctiques s'obté més producció però també es causa un impacte negatiu sobre el medi ambient i un desequilibri en els ecosistemes, és per això que s'estan buscant alternatives que permetin assolir un equilibri entre el manteniment de la biodiversitat i l'obtenció d'alts rendiments.

Valorar els mètodes de maneig que afavoreixen la producció agrícola amb la conservació dels recursos naturals a través de la gestió sostenible de la biodiversitat és el que es pretén des de la European Comission (EC, 2016) i un dels punts més rellevants que es van afegir a la Política Agrària Comunitària (PAC, 2001).

## **1.2 Interferència de la flora adventícia sobre els cultius**

La flora adventícia és considerada negativa perquè interfereix i competeix amb les plantes cultivades pels mateixos recursos. Malgrat es coneixen les interferències generals entre flora adventícia i cultiu, els estudis que s'han realitzat de manera més específica han estat sobre una o poques espècies (Zimdahl, 2004). A continuació es descriuen les interferències que s'estableixen entre cultiu i altres herbes espontànies. Aquestes poden ser de dos tipus: competència i al·lelopatia.

### **1.2.1 Interferències per competència**

La competència és la interacció biològica que es dona entre plantes que conviuen en un mateix terreny i tracten d'obtenir els mateixos recursos: aigua, nutrients i llum solar. Aquesta competència pot donar-se entre plantes de la mateixa espècie (competència intraespecífica), que ja està regulada pel marc de plantació o la densitat de sembra per part de l'agricultor, o entre plantes de diferent espècie (competència interespecífica), que és en la que ens centrarem ja que és la que es dona entre flora arvense i cultiu. A continuació es presenten els recursos per als quals es pot establir competència:

- L'espai útil

Si una planta creix molt propera a una altra el desenvolupament radicular i aeri d'aquestes es veurà minvat.

- La llum

En els primers estadis de desenvolupament aquesta competència és nul·la però comença a ser important quan les plantes comencen a fer-se ombra entre elles la qual interfereix en la fotosíntesi. En aquest cas les herbes més perjudicials seran aquelles que tinguin un creixement ràpid, un port elevat o fullatge dens.

- L'aigua

Aquesta competència dependrà del sistema radicular de la planta, de la rapidesa del seu desenvolupament, de la seva eficiència en l'ús d'aigua i de la fenologia d'aquesta enfront la del cultiu. Les herbes més perjudicials seran aquelles que tinguin necessitats hídriques molt elevades. En cultius de secà com és el cas que estudiarem, aquest tipus de competència és molt important.

- Nutrients

La disponibilitat de nutrients del sòl és limitada i les herbes espontànies en consumeixen una bona part, així doncs, en disminueix la disponibilitat per al cultiu. En aquest tipus de competència influirà molt la velocitat de creixement i el sistema radicular de la planta, és per això que les herbes perennes presenten més problemes per al cultiu ja que ja presenten el sistema radicular desenvolupat abans que es desenvolupi el del cultiu i, per tant, tenen avantatge en l'extracció de nutrients. Aquest tipus de competència es pot resoldre amb la fertilització, tot i que hi ha herbes que es veuen afavorides per l'adobat nitrogenat.

### **1.2.2 Interferències per al·lelopatia**

L' al·lelopatia és el conjunt d'efectes inhibidors o estimulants que les plantes exerceixen les unes sobre les altres. Aquesta situació es dona quan una planta allibera substàncies tòxiques procedents del metabolisme secundari del vegetal i aquests metabòlits afecten en sentit negatiu el creixement i/o germinació d'altres plantes.



Aquesta situació es fa més visible quant major és l'estrès al que estan sotmeses les plantes, per una banda es tornen més sensibles als atacs de malalties o plagues.

Malgrat ser més habitual la producció de compostos nocius, s'ha descobert que certs compostos sintetitzats per plantes poden beneficiar a altres. Aquest és el cas de l'agrostemim, un compost produït per *Agrostemma githago*, que pot augmentar la producció i el contingut de gluten del blat (Gajic i Nikocecic, 1973). No obstant encara manca molta investigació sobre aquest tipus de compostos i les seves interaccions positives sobre el cultiu.

### 1.2.3 Factors que contribueixen a la competència

Els factors que afecten l'establiment de relacions de competència entre plantes són:

- Tipus de cultiu

Les característiques intrínseques del cultiu fan que algunes espècies o varietats siguin més competitives que d'altres. En el cas dels cereals, si es tracta de varietats vigoroses, el cultiu omplirà abans l'espai i no permetrà el creixement d'altres herbes. També influirà la seva adaptació al terreny.

- Densitat de sembra

Si la densitat de sembra és baixa, les herbes tindran més possibilitats de créixer ocupant el nínxol ecològic del cultiu a l'haver més temps espai buit al camp. No obstant, si les densitats són massa altes, el cultiu competirà molt entre ell. Per cada cultiu i varietat s'ha de trobar una densitat equilibrada.

- Períodes de competència

La planta que emergeix primer serà la que primer exploti els recursos presents al medi, prenent avantatge sobre les que emergeixen més tard. És important que el cultiu emergeixi abans que la flora arvense ja que tindrà un major avantatge competitiu.

Un altre període de risc en el que es pot establir més competència en el cereal és el de maduració, ja que es requereix molta aigua i en cas de sequera la presència d'herbes espontànies seria més perjudicial.

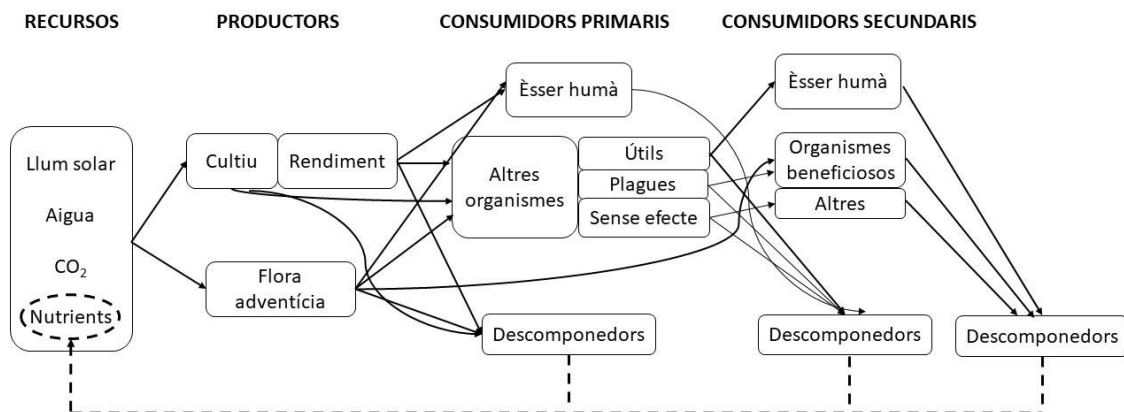
- Maneig

Les tècniques de cultiu, l'aplicació de fitosanitaris, la gestió del sòl i l'estructura d'aquest afectaran decisivament en les poblacions d'herbes espontànies afavorint-les o disminuint-les.

### 1.3 La diversitat de la flora adventícia i el seu valor funcional

Com ja s'ha dit, la flora adventícia o arvense és part de l'agroecosistema i com a tal, interacciona amb els altres components d'aquest, aportant un valor funcional a aquest. A la Figura 2 podem veure les diverses funcions beneficioses que desenvolupa de flora arvense dins l'ecosistema. A diferència dels cultius intensius en els que s'utilitzen diversos herbicides, els conreus gestionats de forma més ecològica tenen una major presència de flora adventícia, de forma que ofereixen un ventall més ampli de possibles hàbitats per als insectes beneficiosos oferint estructura, cobertura i llocs de reproducció augmentant d'aquesta manera la presència de depredadors i parasitoids (Hald, 1999).

També, la presència de flora adventícia permet acabar tancant el cicle del cultiu de cereal aportant nous nutrients i matèria orgànica al sòl quan es moren gràcies als organismes descomponedors.



**Figura 2.** Representació de la posició de la flora adventícia dins d'un agrosistema. (Font: Traducció i modificació de Norris et al. 2003, *Concepts in Integrated Pest Management*).

Malgrat els aspectes positius de la flora adventícia, els nivells d'aquesta s'han vist altament minvats en comparació als registrats als anys 1950-1970 (Andreasen et al., 1996) i com a

conseqüència s'ha vist una disminució en la població d'aus (Fuller et al., 1995) com també d'artròpodes i de mamífers (Moreby et al, 1994), ja que les herbes actuen com a recursos vegetals per a grups tròfics superiors associats al cultiu: les fulles i les tiges proporcionen aliments per als herbívors mentre que el pol·len i nèctar proporcionen recursos per a pol·linitzadors (Marshall et al., 2003).

No només disminueix la biodiversitat de flora adventícia degut a l'ús d'herbicides sinó que gran part de la disminució és també deguda a la pràctica de la llaurada (Marshall et al., 2003), als fertilitzants inorgànics i a les rotacions simplificades de cultius, que s'han encarregat de seleccionar unes poques espècies dominants (Borgy et al., 2012). És per això que Benton et al. (2003) suggereixen mantenir la heterogeneïtat dels paisatges agrícoles amb tanques vegetals o introduint una correcta rotació de cultius i evitant la llaurada i l'ús d'agroquímics.

Com a efecte secundari del desig de simplificar els sistemes de cultiu per a fer-los més productius augmentant els inputs i la mecanització, s'ha vist incrementada la dominància d'unes poques herbes altament competitives i adaptades al cultiu com és el cas de *Lolium rigidum* (Owen et al., 2014), que cada cop més es torna més resistent als herbicides (Neve et al., 2014) degut a l'augment de la pressió de selecció. Tot plegat, junt amb molts dels factors ambientals amenaçadors dels darrers anys, com ara la disminució de la salut del sòl, la contaminació dels cursos de l'aigua i les emissions dels gasos d'efecte hivernacle (Storkey et al., 2018) fan que la presència de biodiversitat de flora arvense en els camps sigui indicativa de sostenibilitat agronòmica i ambiental.

Existeixen evidències de que les espècies adventícies presents als camps han variat des del segle passat; algunes han disminuït molt i d'altres han augmentat. Algunes herbes com *Poa annua* i *Polygonum aviculare* s'ha trobat que són més importants per a la diversitat dels sistemes agrícoles que d'altres com per exemple *Veronica persica* (Marshall et al., 2003). Storkey et al (2018), plantegen una hipòtesi en que diuen que les pèrdues en comunitats d'herbes es correlacionen amb la recent pèrdua de resiliència dels cultius. Així doncs, el camí a seguir per augmentar la heterogeneïtat en els camps és conèixer quines són les espècies més importants a conservar per a per a gestionar l'agricultura de forma més equilibrada i sostenible possible conservant la diversitat biològica.

El canvi de l'agricultura convencional a d'altres alternatives que valorin els aspectes esmentats, requeriria un canvi d'estratègies de maneig que superi l'oposició dels agricultors (Storkey i Westbury, 2007), considerant els efectes que causen les tècniques actuals. Així doncs, Gaba et al. (2016) destaquen la importància d'una major comprensió de les relacions que s'estableixen entre la flora arvense i els organismes presents en els agroecosistemes que se'n beneficien d'elles.

## **1.4 La diversitat de la flora adventícia i els seus efectes sobre el rendiment dels cultius**

Pel que fa a diversitat, han sigut varis els autors que han volgut esbrinar si un increment de la diversitat de flora adventícia podria reduir la competència amb el cultiu (Clements et al., 1994). S'aprofiten així els beneficis de la diversitat arvense i a la vegada es manté el rendiment potencial del cultiu.

Es creu que un increment de la diversitat d'herbes suposaria una reducció de la densitat de les més competitives amb el cultiu, ja que s'establiria una relació de competència interespecífica més forta entre les grups d'herbes que faria disminuir la pressió competitiva sobre el cultiu (Clements et al, 1994; Hooper et al., 2005; Polnac et al., 2009).

Existeix molt poca evidència científica que provi aquesta hipòtesi ja que s'han realitzat molt pocs treballs que analitzin l'efecte de la diversitat d'herbes sobre el cultiu i els que s'han realitzat han divergit en quant a resultats. En un dels treballs es va obtenir una relació negativa entre diversitat d'espècies arvenses i producció de soja i blat (Davis et al., 2005); en un altre es va observar que un augment de la diversitat no afectava al rendiment del blat (Polnac et al., 2009) i finalment Suárez et al. (2001) van observar una relació positiva. En tots aquests treballs no es té present l'efecte de possibles incidències durant el cultiu o del tipus de maneig realitzat, fet que pot explicar els diferents resultats.

Naeem et al (2000) va realitzar un estudi en camps de pastura on va descobrir que els més diversos eren menys susceptibles a la invasió de plagues.

Smith et al (2010) van proposar la hipòtesi de que la disminució de l'amplitud del nínxol ecològic de la flora adventícia faria que la competència entre herbes i cultiu s'intensifiqués ja que



disminuiria la diversitat de recursos disponibles. Aquesta hipòtesis es coneix com Resource Pool Diversity Hypothesis (RPDH). Van realitzar un experiment en cereals d'hivern des de l'any 1991 i 2014 en el que s'observaven diverses parcel·les on hi havia comunitats diferents d'herbes i van trobar que a més riquesa d'herbes menor era la pèrdua de rendiment del cereal.

Altrament s'han realitzat altres estudis que mostren un efecte positiu de la biodiversitat de flora adventícia sobre la millora del contingut proteic del gra de cereal (Mason i Madin, 1996; Awand et al., 2001). Una teoria ecològica (teoria diversitat-estabilitat de Loreau i Mazancourt, 2013) llança la idea de que sistemes agrícoles simples que impliquin un número baix d'interaccions entre espècies comporten una baixa estabilitat del sistema, que seria la causant d'oscil·lacions anuals en la producció de cereal; no obstant, no existeix cap evidència en aquest sentit.

Storkey et al (2018) són conscients de les dues corrents que existeixen entorn al maneig de la flora adventícia als camps, la comercial de voler tenir rendiments molt elevats i la ecològica de mantenir la diversitat, i proposen una unificació d'idees per actuar de forma més sostenible, ja que ambdós idees persegueixen un objectiu comú, que és evitar que els sistemes de cultiu estiguin dominats per unes poques herbes amb elevada competència i resistents als herbicides.



## 2. Objectius

L'objectiu principal del projecte és estudiar quin efecte té la diversitat de la flora adventícia sobre el rendiment del cultiu, en aquest cas, sobre cultius de cereal de blat i espelta, en condicions naturals.

La hipòtesis de partida és que la presència de major diversitat arvense disminueix la capacitat competitiva de les herbes de forma que una mateixa quantitat d'herba provoca menys pèrdues de rendiment quan més diversa és, és a dir, quan més espècies diferents hi ha. L'objectiu final és trobar quina és la diversitat òptima d'herbes que permeti oferir els serveis ecosistèmics abans esmentats sense comprometre el rendiment del cultiu.

Per tal d'assolir aquest objectiu general s'estudiaran i es realitzaran assaigs en diversos camps per tal de:

- Determinar i quantificar les pèrdues de rendiment en el cultiu en funció de les herbes presents.
- Quantificar les herbes presents en funció del seu biovolum i la biodiversitat.
- Avaluar quina relació s'estableix entre rendiments, densitat d'herbes i diversitat d'aquestes.

### 3. Materials i mètodes

#### 3.1 Localització i característiques dels cultius

Els camps de cereal sobre els que s'ha realitzat el mostratge han estat 8, repartits en dues comarques de Catalunya i que difereixen en la varietat conreada. En la Taula 1 es mostren les característiques dels camps.

**Taula 1.** Dades de localització dels camps on s'ha realitzat la pràctica i tipus de cultiu.

Localitat i comarca	Superfície (ha)	Coordenades	Cultiu	Alçada (m)
La Llavina 1 (Anoia)	2,5	41°44'3,23"N 1°33'14,69"E	<i>Triticum aestivum</i> var. <i>florence aurora</i>	707
La Llavina 2 (Anoia)	3,86	41°44'1,70"N 1°33'1,64"E	<i>Triticum spelta</i>	703
Calonge 1 (Anoia)	0,43	41°45'35,26"N 1°30'20,98"E	<i>Triticum spelta</i>	609
Calonge 2 (Anoia)	0,69	41°45'36,75"N 1°30'20,39"E	<i>Triticum spelta</i>	601
Moià 1 (Moianès)	0,6	41°49'1,50"N 2°6'30,59"E	<i>Triticum aestivum</i> var. <i>marcopolo</i>	702
Moià 2 (Moianès)	0,85	41°49'1,07"N 2°6'38,08"E	<i>Triticum aestivum</i> var. <i>marcopolo</i>	714
Moià 3 (Moianès)	0,85	41°49'3,09"N 2°6'41,11"E	<i>Triticum aestivum</i> var. <i>marcopolo</i>	715
Collsuspina (Moianès)	0,4	41°49'22,78"N 2°10'0,34"E	<i>Triticum aestivum</i> var. <i>ippon</i>	859

Podem veure que hi ha un total de quatre varietats de blat, totes elles són blat tou però tenen característiques diferents. En la Taula 2 es presenten les característiques que s'han considerat de major rellevància per a l'estudi.

**Taula 2.** Característiques de les varietats de blat cultivat.

Varietat del cereal	Característiques generals
<i>Triticum aestivum</i> var. <i>florence aurora</i>	Producció mitjana 2500 kg/ha. Vigor de la planta elevat.
<i>Triticum spelta</i>	Producció mitjana 3000 kg/ha. Vigor de la planta baix.
<i>Triticum aestivum</i> var. <i>marcopolo</i>	Producció mitjana 5500 kg/ha. Vigor de la planta elevat.
<i>Triticum aestivum</i> var. <i>ippon</i>	Producció mitjana 7500 kg/ha. Vigor planta baix.

En la Taula 3 es presenten les dades de sembra i de collita de cada cultiu com també la dosi de sembra, el cultiu precedent i l'herbicida aplicat en cas que hagi sigut així.

**Taula 3.** Dades de maneig dels diversos camp.

Nom del camp	Data de sembra	Dosi de sembra	Cultiu precedent	Adobat	Herbicida
La Llavinera 1	15/11/2016	250 kg/ha	Guaret	Compost	Cap
La Llavinera 2	27/10/2016	215 kg/ha	Llèntia pardina	Compost	Cap
Calonge 1	30/10/2016	250 kg/ha	Guaret	Compost	Grada de púes
Calonge 2	30/10/2016	250 kg/ha	Guaret	Compost	Grada de púes
Moià 1	1/11/2016	150 kg/ha	Guaret	Purins	Axial
Moià 2	1/11/2016	150 kg/ha	Guaret	Purins	Axial
Moià 3	1/11/2016	150 kg/ha	Guaret	Purins	Axial

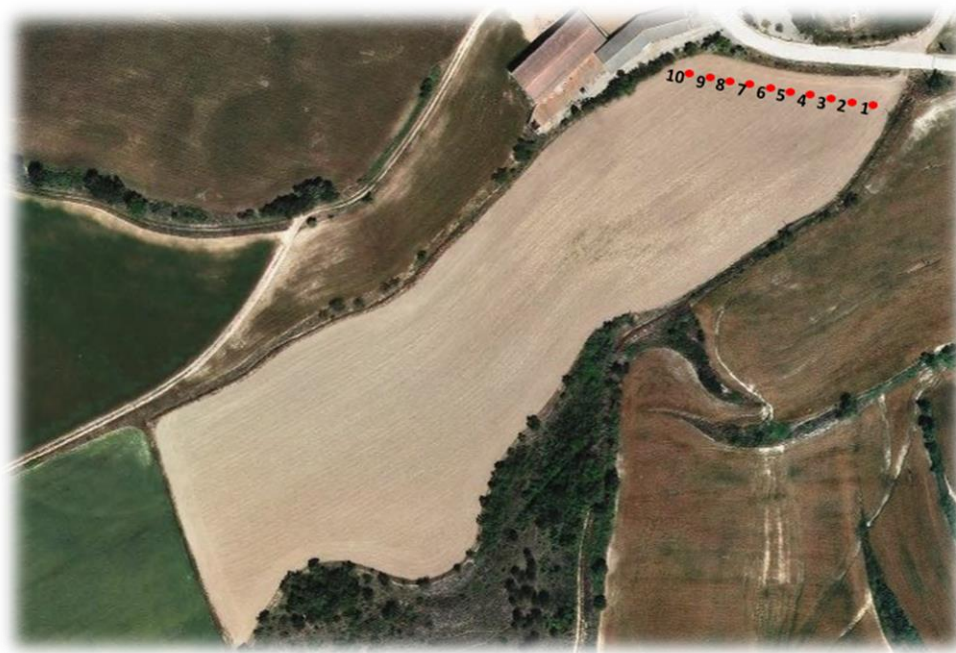


Collsuspina	27/10/2016	200 kg/ha	Ordi	Purins	Mohican
-------------	------------	-----------	------	--------	---------

---

### 3.2 Disseny experimental

En els 8 camps anteriorment esmentats es van marcar de forma permanent 10 quadrats d'1 metre x 1 metre cadascun separats entre ells per una distància de 10 metres. En tot l'experiment es van marcar 80 quadrats d'1m<sup>2</sup>. El marcatge dels quadrats es va realitzar entre el 4 i el 5 d'abril, quan el cultiu estava canonant (estadi 32, escala Zadocks). Aquests quadrats es van delimitar amb estaques de plàstic i claus amb cartolines de colors, per tal de ser visualitzats amb facilitat. En les figures 3 a 10 es mostren els camps amb la distribució dels quadrats d'estudi corresponents.



**Figura 3.** Distribució dels quadrats al camp La Llavina 1 Font: ICGC.

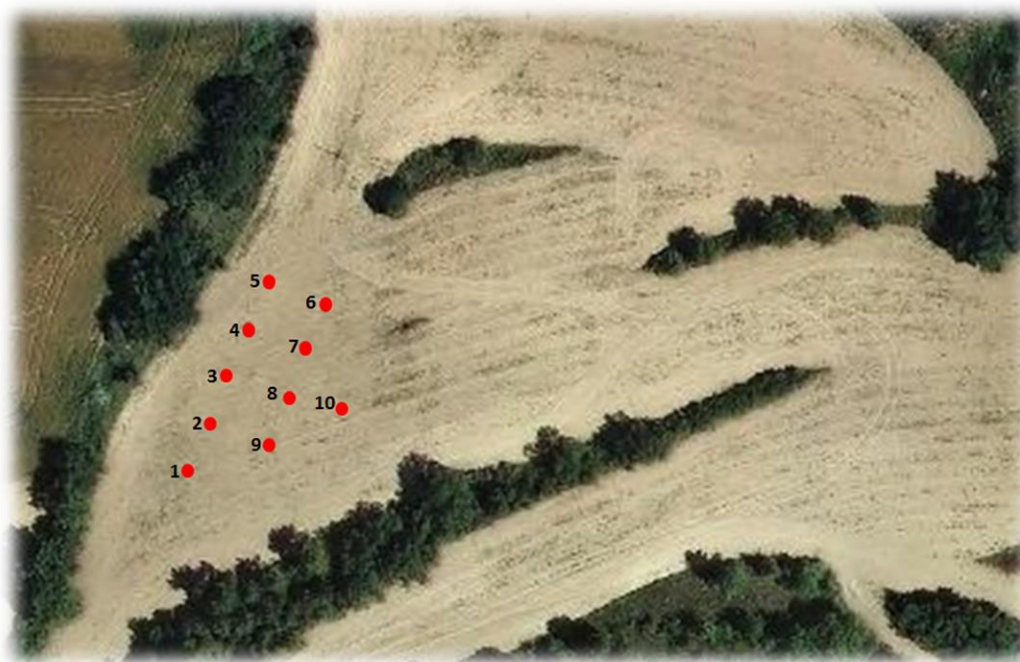


**Figura 4.** Distribució dels quadrats al camp La Llavina 2. Font: ICGC.



**Figura 5.** Distribució dels quadrats al camp Calonge 1. Font: ICGC.





**Figura 6.** Distribució dels quadrats al camp Calonge 2. Font: ICGC.



**Figura 7.** Distribució dels quadrats al camp Moià 1. Font: ICGC.



**Figura 8.** Distribució dels quadrats al camp Mojà 2. Font: ICGC.



**Figura 9.** Distribució dels quadrats al camp Mojà 3. Font: ICGC.





**Figura 10.** Distribució dels quadrats al camp Colluspina. Font: ICGC.



### 3.3 Mostratge

#### 3.3.1 Mostratge de la flora adventícia

La quantificació de la flora adventícia es va realitzar el mateix dia que es van marcar els quadrats, que va ser quan el cereal estava en l'estadi 32 (escala de Zadocks). Va correspondre als dies 4 i 5 d'abril del 2017.

La metodologia que s'ha escollit per estimar la quantitat d'herba present ha estat la de l'estimació de la cobertura, ja que es tracta d'un mètode molt utilitzat en ecologia perquè no destrueix l'ecosistema. No s'ha fet el càlcul de densitat ja que és la mida la que determina el grau de competitivitat d'una planta i no tant el seu nombre. La cobertura s'ha determinat de manera visual i s'ha estimat el percentatge de sòl cobert per cada espècie vista des de dalt de forma perpendicular. Així doncs, el procediment seguit per cadascun dels quadrats d'1 m<sup>2</sup> marcats va ser el següent:

1. Reconeixement de cada quadrat.
2. Recompte i anotació de cadascuna de les espècies d'herbes presents dins de cada quadrat.
3. Anotació de la cobertura ocupada per cada espècie en %.
4. Mesura de l'alçada mitjana de la planta per cada espècie amb una cinta mètrica, des de la base de la tija fins la inflorescència.

Aquestes dades es van recollir en un Excel (ANNEX A).

#### 3.3.2 Mostratge del cereal

La recollida de la producció de blat de cada quadrat es va realitzar un cop es va considerar que el gra ja havia arribat a la seva maduresa. El procediment de recollida que es va seguir al camp va ser el següent:

1. Reconèixer cada quadrat marcat.
2. Tallar tot el cereal del quadrat per la base de la tija amb tisores.
3. Guardar el cereal en una bossa correctament identificada amb el número de quadrat i el camp corresponent.



Un cop al laboratori, les tasques que es van realitzar per a cada metre quadrat de cereal recollit van ser el següent:

1. Recompte total d'espigues per tal d'obtenir la dada d'espigues/m<sup>2</sup>.
2. Separació de les espigues de la tija.
3. Selecció de 30 espigues amb una mida representativa de totes les espigues.
4. Desgranat manual de cadascuna d'aquestes 30 espigues.
5. Recompte dels grans resultants de les 30 espigues per tal d'estimar el nombre de grans per espiga.
6. Recompte de 1000 grans i pesatge per tal d'estimar el pes de 1000 grans.

### 3.4 Tractament de les dades

#### 3.4.1 Tractament de les dades de flora adventícia

A partir de les dades de cobertura de la flora adventícia i de la seva alçada mitjana, es va elaborar un Excel (Annex A) en el que es van realitzar els càlculs necessaris per poder trobar l'índex de Shannon. Aquest índex ha estat el paràmetre triat per a representar la biodiversitat d'herbes i poder comparar-la amb el rendiment del cereal, ja que contempla la quantitat d'espècies presents en l'àrea d'estudi i la quantitat relativa d'individus de cadascuna de les espècies (Pla, 2006). A continuació es descriuen els càlculs realitzats.

Càlcul de la superfície ocupada per cada espècie en el quadrat:

$$\text{Superfície} = \text{cobertura} * A$$

**EQUACIÓ 1**

On:

- Cobertura = Percentatge ocupat per la espècie.
- A = Àrea del quadrat (10000 cm<sup>2</sup>).

- Càlcul del volum ocupat per cada espècie (biovolum):

$$\text{Biovolum} = \text{alçada} * \text{superfície}$$

**EQUACIÓ 2**

On:

- Alçada = Alçada mitjana de l'espècie (en cm).
- Superfície = Superfície anteriorment calculada (en cm<sup>2</sup>).
- Càlcul de l'índex de Shannon per a cada espècie segons el seu biovolum:

$$H' = -\sum p_i \log(p_i)$$

**EQUACIÓ 3**

On:

- $p_i$  = Proporció d'individus de l'espècie  $i$  respecte al total: biovolum espècie/biovolum total.

Un cop calculat el valor  $p_i$  per a cada espècie trobada dins del quadrat és sumen tots els valors i s'obté l'índex de Shannon total del quadrat. Fent la mitjana de tots els valors de Shanon obtinguts per a cada quadrat obtenim l'índex de Shannon del camp.

### 3.4.2 Tractament de les dades de cereal

A partir del mostratge de collita s'ha calculat el rendiment de blat per a cadascun dels quadrats. En l'ANNEX B es troba la taula elaborada.

- Càlcul del rendiment:

$$Rendiment = \frac{\text{espigues}}{m^2} * \frac{\text{grans}}{\text{espiga}} * P_{1000}$$

**EQUACIÓ 4**

On:

- Espigues/m<sup>2</sup> = Obtingut durant el recompte d'espigues.
- Grans/espiga = Obtingut durant el recompte dels grans de cada espiga.
- $P_{1000}$  = Pes de 1000 grans obtingut pesant els grans.



## 4. Resultats

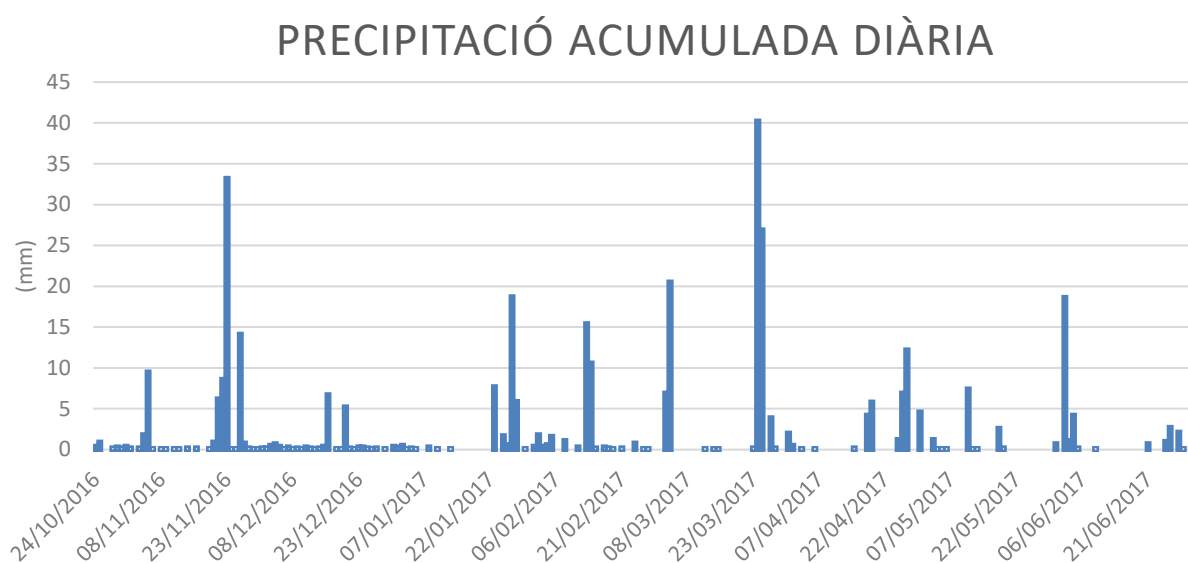
### 4.1 Condicions meteorològiques durant el cultiu

Per tal de poder descartar que els rendiments s'hagin vist afectats per les temperatures i la pluviometria, s'han recopilat les dades de tres estacions meteorològiques que agrupen les zones on estan situats els cultius. Per als camps La Llavinera 1, La Llavinera 2, Calonge 1 i Calonge 2 les dades s'han extret de l'estació meteorològica de Pinós. Per als camps Moià 1, Moià 2 i Moià 3 s'han extret de l'estació meteorològica d'Artès i per al camp de Collsuspina de l'estació meteorològica de Muntanyola.

S'ha tingut en compte que durant l'hivern no s'haguessin produït gelades i que a la primavera no hi haguessin hagut períodes de sequera (Rawson i Gómez, 2001).

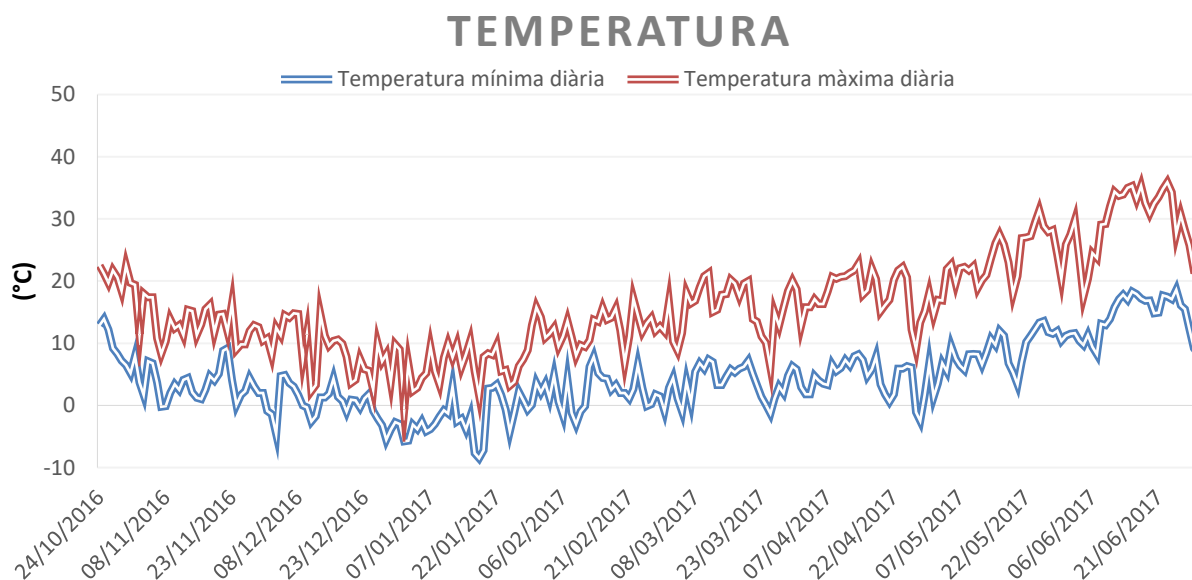
#### 4.1.1 Dades estació meteorològica Pinós

En quant a la precipitació per als camps La Llavinera 1, La Llavinera 2, Calonge 1 i Calonge 2, per al moment de la germinació es van enregistrar pluviometries prèvies a la sembra que van establir unes bones condicions per al correcte desenvolupament d'altra banda, durant el període de filloleig que va coincidir amb els mesos de desembre a març, el registre total de precipitació acumulada va ser de 116,3 mm i durant la fase reproductiva i el període més crític el registre va ser de 153,3 mm, acabant el cicle amb un total de 349,1 mm (Figura 11). Les necessitats hídriques per a un cultiu són variables ja que depenen de la evapotranspiració del cultiu, no obstant per a les condicions meteorològiques del Mediterrani, valors compresos entre 300-400mm es podrien considerar idonis sempre i quant siguin escassos a l'hivern i abundants a la primavera.



**Figura 11.** Precipitació acumulada diària de l'estació meteorològica Pinós. Font: Servei meteorològic de Catalunya.

Pel que fa a la temperatura de l'abril al juny es van registrar dues gelades, aquestes coincidirien amb el període de floració i formació del gra i per tant podrien ocasionar danys greus, no obstant una va ser de  $-1,1^{\circ}\text{C}$  i l'altra de  $-2,5^{\circ}\text{C}$  i segons estudis fins a  $-5^{\circ}\text{C}$  el teixit vegetatiu no mor (Subedi et al, K.D., 1998; Slafer i Rawson, 1995). D'altra banda es veu que cap al final del cultiu, coincidint amb el període d'ompliment del gra, hi van haver fortes temperatures i poca pluviometria.

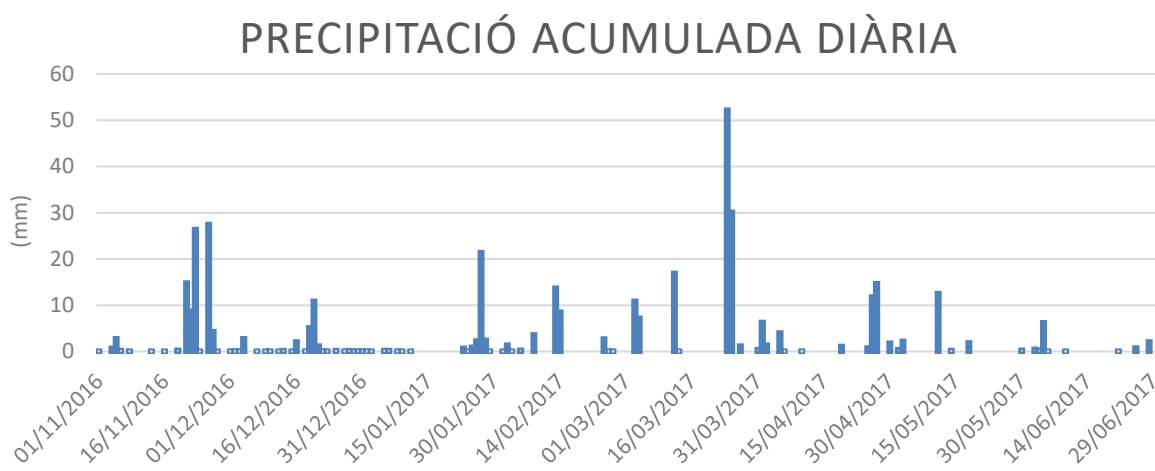


**Figura 12.** Temperatures màximes i mínimes de l'estació meteorològica Pinós. Font: Servei meteorològic de Catalunya.



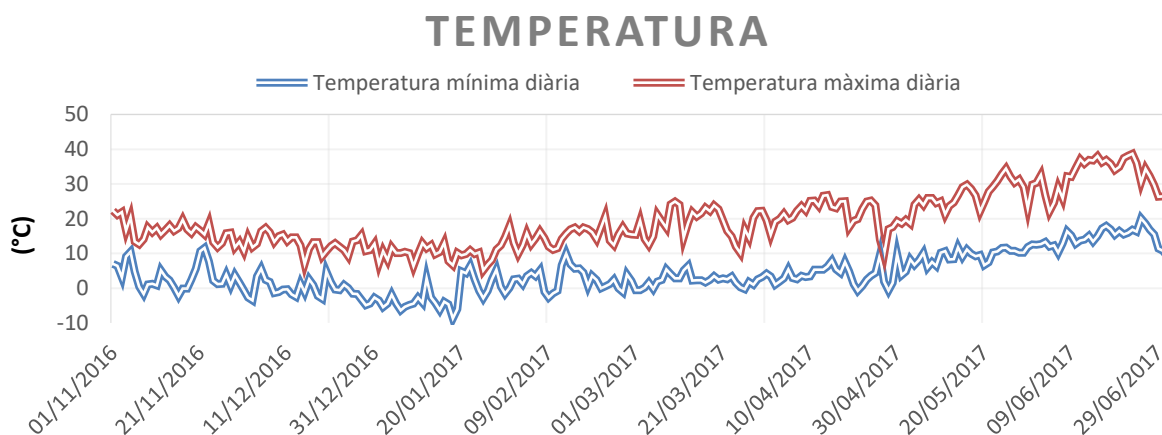
#### 4.1.2 Dades estació meteorològica Artès

Per als camps Moià 1, Moià 2 i Moià 3, es pot veure la precipitació durant el cicle del cultiu a la Figura 13. Els dies previs a la sembra es va enregistrar pluja, per tant la disponibilitat d'aigua no es considera un factor limitant en la germinació. La precipitació enregistrada durant l'hivern va ser de 118,7 mm i durant la primavera de 155 mm, són valors que no es surten massa dels valors establerts com a ideals i es podrien considerar correctes. No obstant la pluviometria al final del cicle va ser molt escassa, podent ocasionar sequera.



**Figura 13.** Precipitació acumulada diària de l'estació meteorològica Artés. Font: Servei meteorològic de Catalunya.

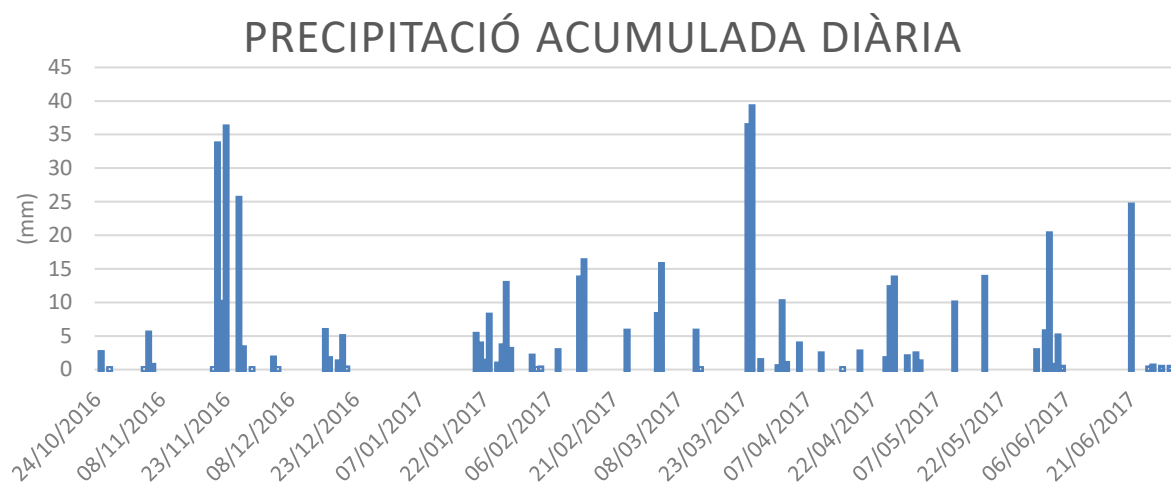
Pel que fa a la temperatura, es van registrar dues gelades durant la fase reproductiva que es podrien desestimar com a possibles causants de pèrdues elevades ja que van ser de  $-0,8^{\circ}\text{C}$  i  $-0,7^{\circ}\text{C}$ .



**Figura 14.** Temperatures màximes i mínimes de l'estació meteorològica Artés. Font: Servei meteorològic de Catalunya.

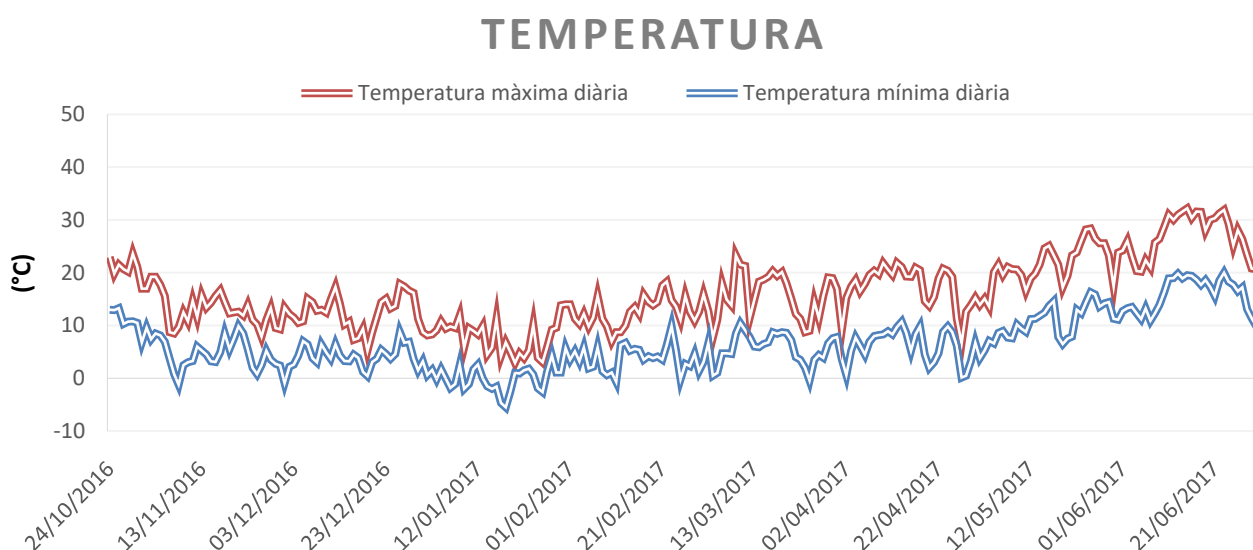
### 4.1.3 Dades estació meteorològica Muntanyola

Per al camp de Collsuspina es va enregistrar la pluviometria que es pot veure a la Figura 15. En aquest cas l'hivern va ser més plujos del desitjat i això podria haver ocasionat danys al cultiu degut a embassaments.



**Figura 15.** Precipitació acumulada diària de l'estació meteorològica Muntanyola. Font: Servei meteorològic de Catalunya.

Pel que fa a la temperatura, no sembla que hagi sigut un problema durant el cultiu ja que no s'ha enregistat cap gelada ni cap pujada de temperatures excessiva (Figura 16).



**Figura 16.** Temperatures màximes i mínimes de l'estació meteorològica Muntanyola. Font: Servei meteorològic de Catalunya.



## 4.2 Incidències

Malgrat que per part dels agricultors no es va enregistrar cap incidència durant el cultiu, durant el procés de mostratge es van poder observar alguns fets remarcables que es presenten a continuació.

### 4.2.1 Incidències degudes a plagues i malalties

Realitzant el recompte d'espigues i de grans de blat es van poder observar certes singularitats que podrien revelar la presència de plagues i/o malalties i que per tant podrien influir sobre els resultats finals del rendiment del cereal.

- Presència de *Sitophilus granarius*

Tal com es pot veure a la Figura 17 es va detectar molta presència d'aquest insecte durant el recompte fet a les bosses del camps de Collsuspina i en menys presència als camps Moià 2 i 3.



**Figura 17.** Presència de *Sitophilus granarius*.

- Presència de grans buits

Es van detectar en més nombre al camp de La Llavenera 1 tot i que també als camps de Moià 2 i 3 (Figura 18).



**Figura 18.** Presència de grans buits.

- Presència de *Tilletia sp*

Es va detectar la presència del fong en el camp de Collsuspina (Figura 19).



**Figura 19.** Presència de *Tilletia sp*.



#### 4.2.2 Altres incidències

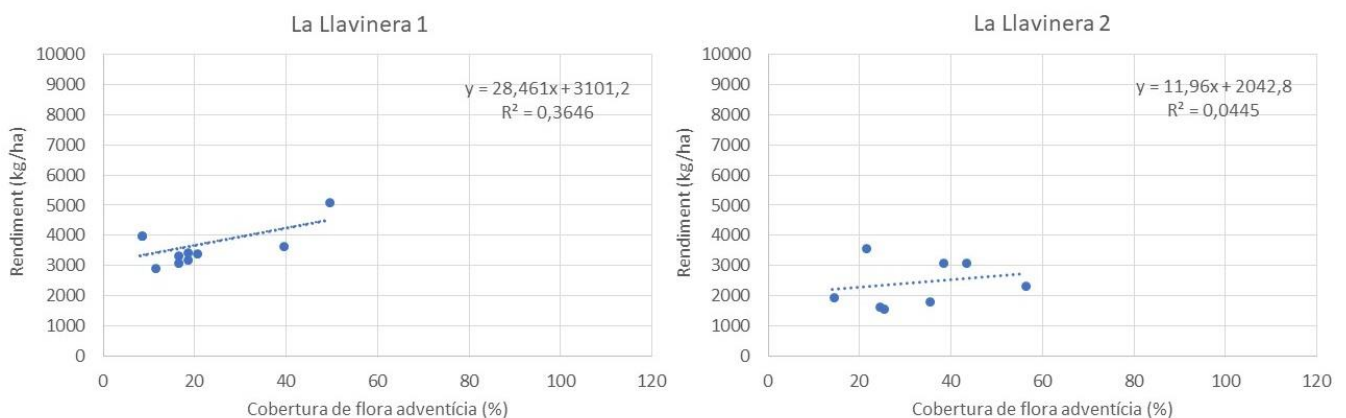
Durant la collita de blat es va poder observar en dos dels camps que les estaques que s'havien col·locat per delimitar el metre quadrat havien estat mogudes segurament degut a l'activitat dels senglars.

Aquests quadrats que no han pogut ésser objecte d'estudi han estat el quadrat 1 i 2 del camp de La Llavinerà 2 i el quadrat 9 del camp Calonge 1.

### 4.3 Rendiment del cereal i cobertura d'herbes

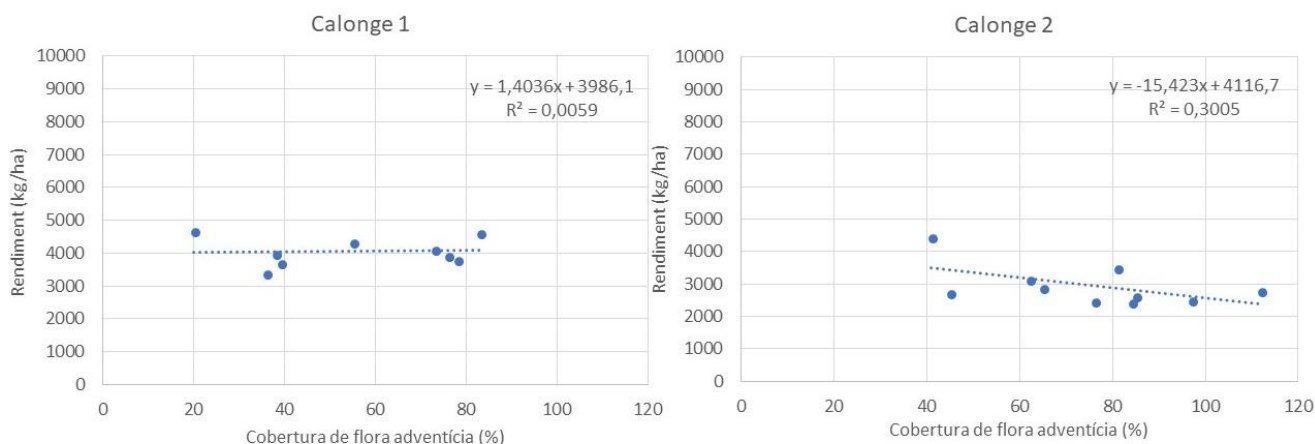
Amb les dades del rendiment obtingudes i les dades de cobertura de la flora arvense, s'ha establert una relació entre aquests dos paràmetres per tal d'identificar algun tipus de tendència i calcular quina és la correlació que existeix. A continuació es mostra en forma de gràfics aquesta relació per a cadascun dels vuit camps.

Per al camp de La Llavinerà 1 s'aprecia una relació positiva entre ambdós paràmetres ja que a més cobertura d'herbes més rendiment de blat amb un coeficient de correlació prou significatiu ( $r=0,36$ ). En el cas de La Llavinerà 2 la correlació és nul·la ( $r=0,04$ ), tot i que s'observa una tendència entre ambdós paràmetres lleugerament positiva (Figura 20).



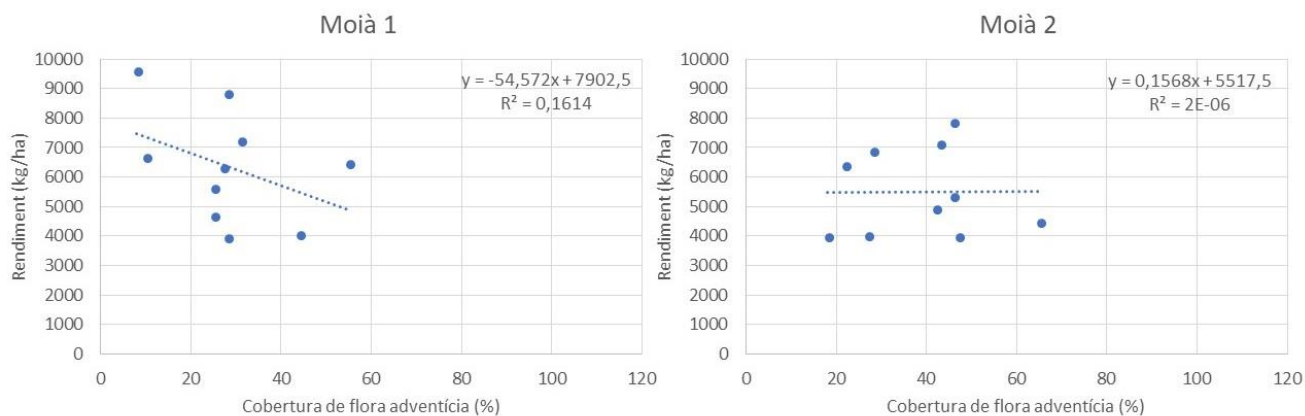
**Figura 20.** Relació entre rendiment de cereal i cobertura de flora adventícia present al camp.

Pel cas del camp Calonge 1 no hi ha relació, ja que el rendiment es manté invariable ( $r=0,006$ ). Al camp Calonge 2 s'estableix una relació inversa, és a dir, a mesura que augmenta la cobertura d'herbes disminueix el rendiment de cereal ( $r=0,30$ ), que és lo esperat (Figura 21).



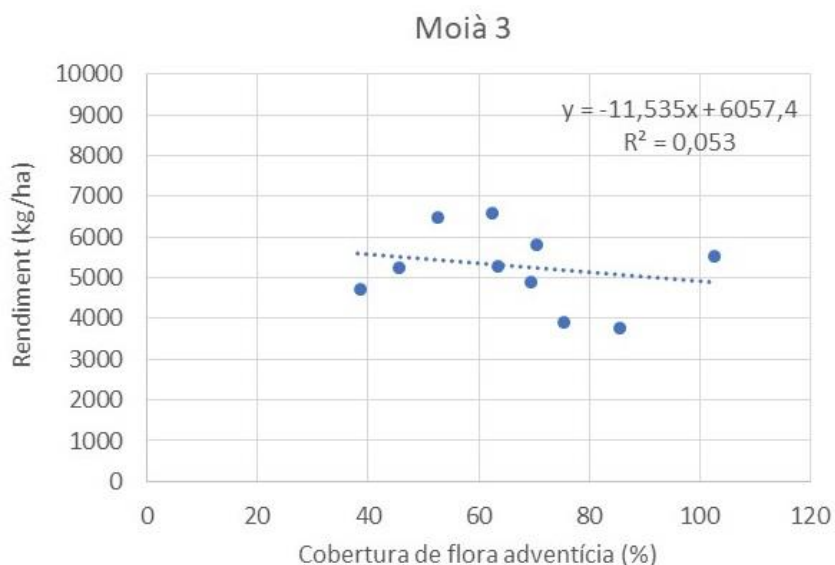
**Figura 21.** Relació entre rendiment de cereal i cobertura de flora adventícia present al camp.

Per al camp Moirà 1, veiem que el rendiment de cereal disminueix a mesura que augmenta la cobertura de flora adventícia (Figura 22), encara que la correlació és baixa ( $r=0,16$ ). En el cas del camp Moirà 2 el rendiment és manté constant malgrat l'increment de la cobertura ( $r=0,00$ ).



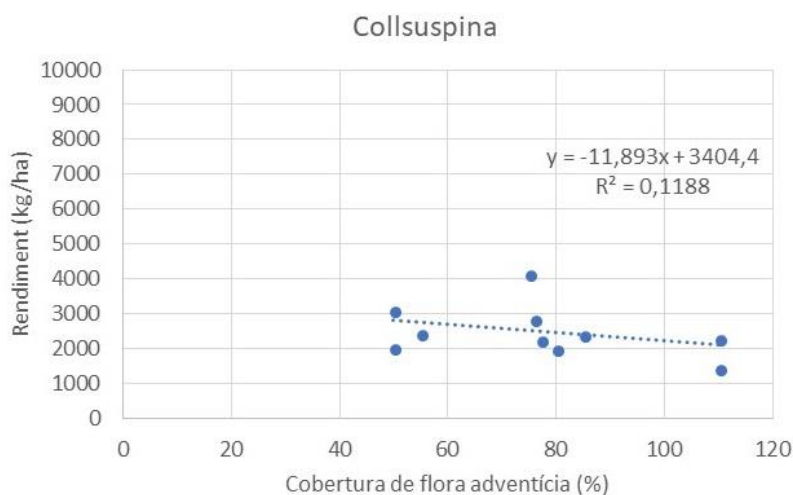
**Figura 22.** Relació entre rendiment de cereal i cobertura de flora adventícia present al camp.

Per al camp de Moià 3 la relació que s'estableix és negativa (Figura 23), a major cobertura d'herbes menor rendiment del cereal, tot i que la correlació és molt baixa ( $r=0,053$ ).



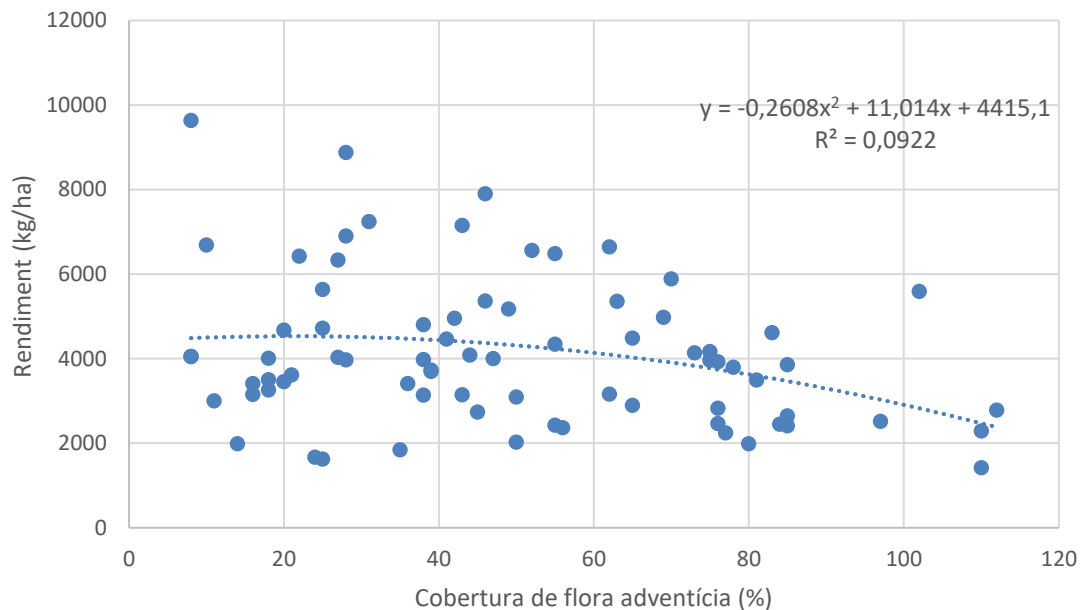
**Figura 23.** Relació entre rendiment de cereal i cobertura de flora adventícia present al camp.

En el camp de Collsuspina la relació entre cobertura i rendiment és negativa i presenta una correlació poc significativa ( $r=0,11$ ) (Figura 24).



**Figura 24.** Relació entre rendiment de cereal i cobertura de flora adventícia present al camp.

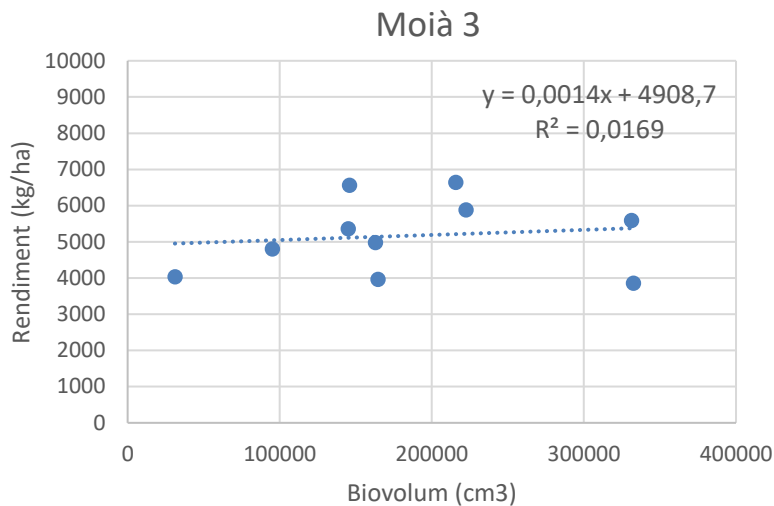
Mitjançant la realització d'aquests gràfics s'ha pogut observar que fins a un 40% de cobertura el rendiment no es veu afectat mentre que quan la cobertura de flora adventícia supera el 40% el rendiment disminueix (Figura 25). No obstant, la correlació que s'estableix entre ambdós paràmetres és baixa ( $r=0,09$ ) ja que hi ha molta variabilitat entre camps, probablement deguda a les diferents espècies presents en cada quadrat i les interaccions que s'estableixen entre elles, fet que dificulta arribar a conclusions clares.



**Figura 25.** Relació entre rendiment del cereal i la cobertura de la flora adventícia considerant tots els camps conjuntament.

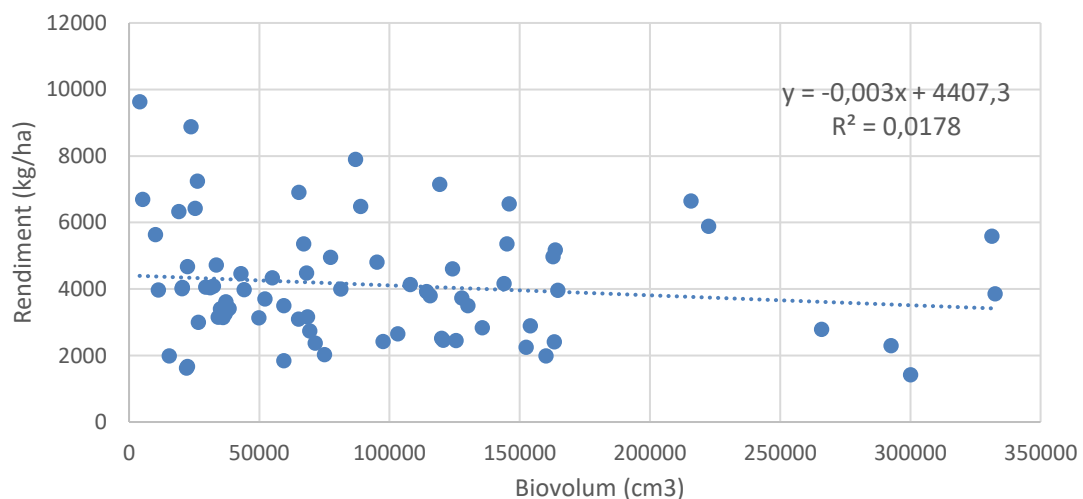
#### 4.4 Rendiment del cereal i biovolum de flora adventícia

A l'hora d'estudiar la relació existent entre el rendiment del cereal i l'abundància de flora adventícia mesurada com a biovolum, s'ha trobat que cada camp tenia la mateixa relació que la mostrada en l'apartat anterior de rendiment i cobertura. Això és degut a que el càlcul del biovolum està directament relacionat amb la cobertura, ja que s'obté multiplicant el valor de la cobertura per l'alçada de l'herba, així doncs, es guarda certa relació. No obstant, hi ha un camp que ha mostrat la tendència contrària: Mojà 3. En aquesta localitat la cobertura presentava una relació negativa ( $r=0,053$ ) i ara veiem que és positiva ( $r=0,01$ ) (Figura 26).



**Figura 26.** Relació entre rendiment del cereal i biovolum de la flora adventícia del camp Moia 3.

Si agrupem tots els quadrats de tots els camps, veiem que a més biovolum d'herbes, menys rendiment. Per aquest cas, la correlació és també molt baixa ( $r=0,01$ ) (Figura 27). La diferència més important que existeix entre la comparativa de la cobertura i la del biovolum amb el rendiment és que la cobertura és una dada en dues dimensions mentre que el biovolum inclou l'alçada, que dona una idea del vigor de l'herba. Utilitzant el biovolum considerem que una planta més vigorosa creixerà més i tindrà més biovolum i, per tant, competirà més pels recursos. Així doncs, la relació entre rendiment de cultiu i biovolum hauria de representar millor les relacions entre cultiu i flora adventícia que estan succeint al camp.



**Figura 27.** Relació entre rendiment del cereal i biovolum de la flora adventícia considerant tots els camps conjuntament.

## 4.5 La biodiversitat vegetal dels camps: l'índex de Shannon

L'índex de Shannon reflecteix la heterogeneïtat de flora adventícia en funció de dues dades: el número d'espècies presents i la seva abundància. Per als ecosistemes naturals, un índex de Shannon  $H'=0$  indica una nul·la diversitat d'espècies, mentre que índexs superiors indicarien major diversitat d'espècies. Els valors habituals en ecosistemes naturals solen estar entre  $H'=2$  i  $H'=3$  (Pla et al, 2006). Tenint en compte que l'estudi no s'està realitzant sobre un ecosistema totalment natural sinó que es tracta d'un ecosistema amb finalitats agronòmiques, els valors de biodiversitat de flora adventícia haurien de ser baixos i oscil·lar entre  $H'=0$  i  $H'=1$ .

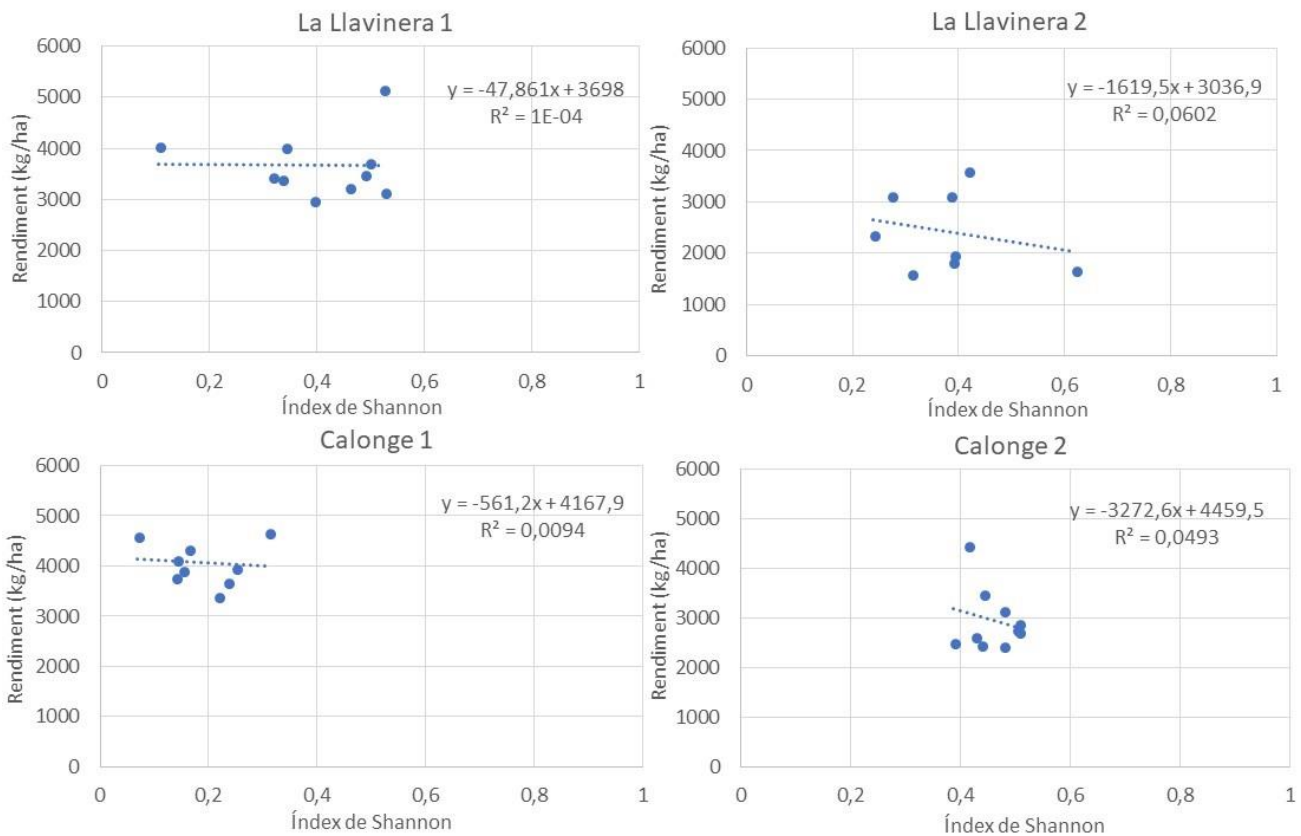
El camp amb l'índex de Shannon més elevat ha estat Moià 3 ( $H'=0,67$ ) mentre que el camp amb menor diversitat i/o presència d'herbes a estat Collsuspina ( $H'=0,04$ ). Ambdós casos prenen valors de varianza i desviació tipus baixos ( $S^2=0,0051$ ;  $S= 0,0715$ ) i ( $S^2=0,0044$ ;  $S= 0,0670$ ) (Taula 4). El camp que presenta una major uniformitat en la flora adventícia és Calonge 2, ja que és el que té els valors més baixos de varianza i desviació tipus ( $S^2=0,0017$ ;  $S= 0,0421$ ).

**Taula 4.** Valors d'índex de Shannon per cada camp i de la varianza i desviació tipus corresponent.

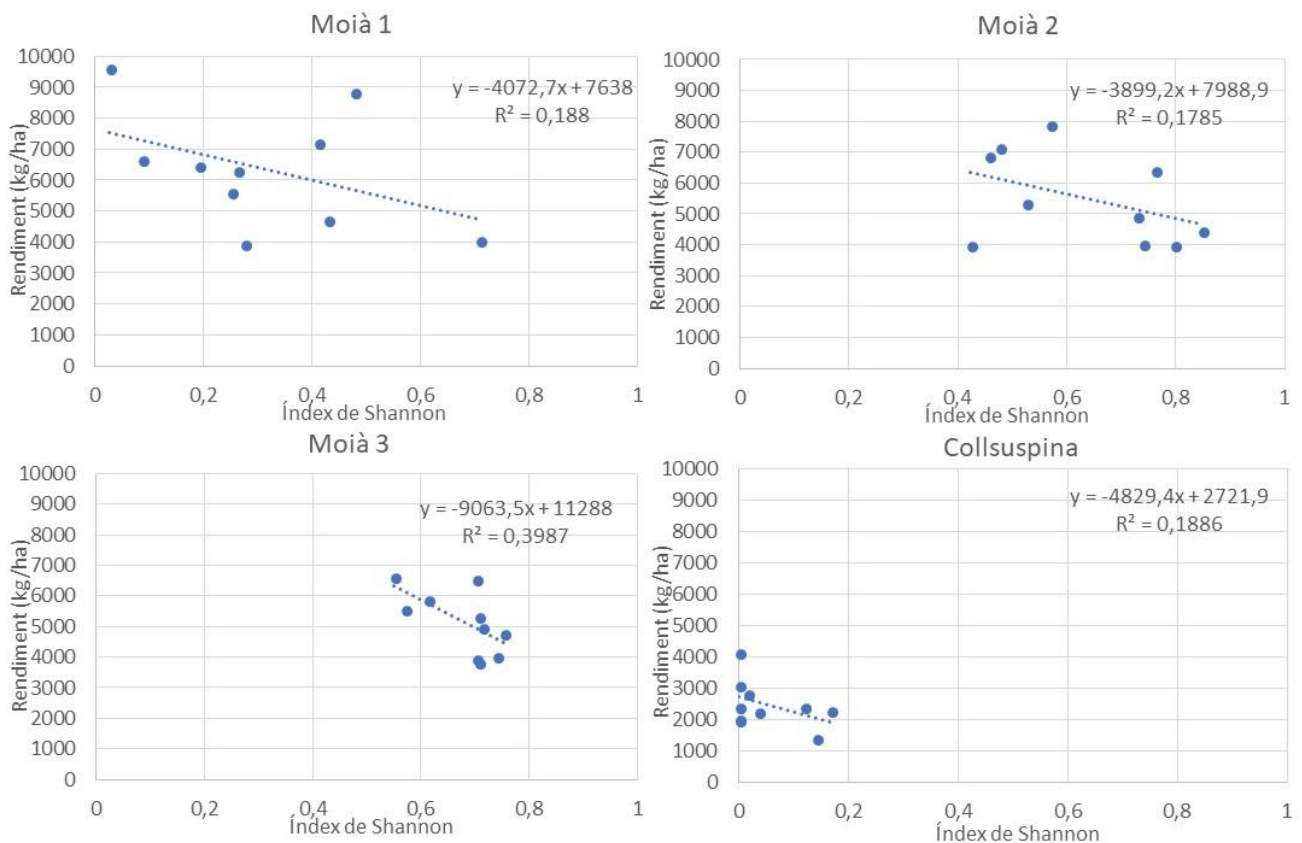
Camp	Índex de Shannon ( $H'$ )	Varianza ( $S^2$ )	Desviació estàndard ( $S$ )
La Llavinera 1	0,3982	0,0170	0,1304
La Llavinera 2	0,3775	0,0136	0,1170
Calonge 1	0,1854	0,0052	0,0727
Calonge 2	0,4572	0,0017	0,0421
Moià 1	0,3115	0,0403	0,2008
Moià 2	0,6322	0,0251	0,1584
Moià 3	0,6752	0,0051	0,0715
Collsuspina	0,0478	0,0044	0,0670

#### 4.5.1 La relació entre el rendiment del cereal i la biodiversitat

A la Figura 28 i 29 es mostren les relacions que s'estableixen entre el rendiment del cereal i la biodiversitat d'herbes corresponents als camps estudiats. Per a tots els casos la relació que s'estableix és negativa, és a dir, a més biodiversitat d'herbes menys rendiment del cereal. Els resultats són molt variables pels quadrats d'un mateix camp, fet pel qual s'obtenen valors de correlació molt baixos, excepte per al camp Moirà 3 ( $R^2=0,39$ ), que indicaria que en aquest cas sí que entre més biodiversitat d'herbes al camp menys rendiment de cereal. Pel que fa als demés camps podem deduir que el rendiment i la biodiversitat no es tracten de variables molt relacionades i que altres factors es veuen involucrats en el resultat final de producció. No obstant això, malgrat haver obtingut graus de correlació no significatius, existeix certa tendència del rendiment a disminuir o a mantenir-se quan més elevada és la biodiversitat de flora adventícia.



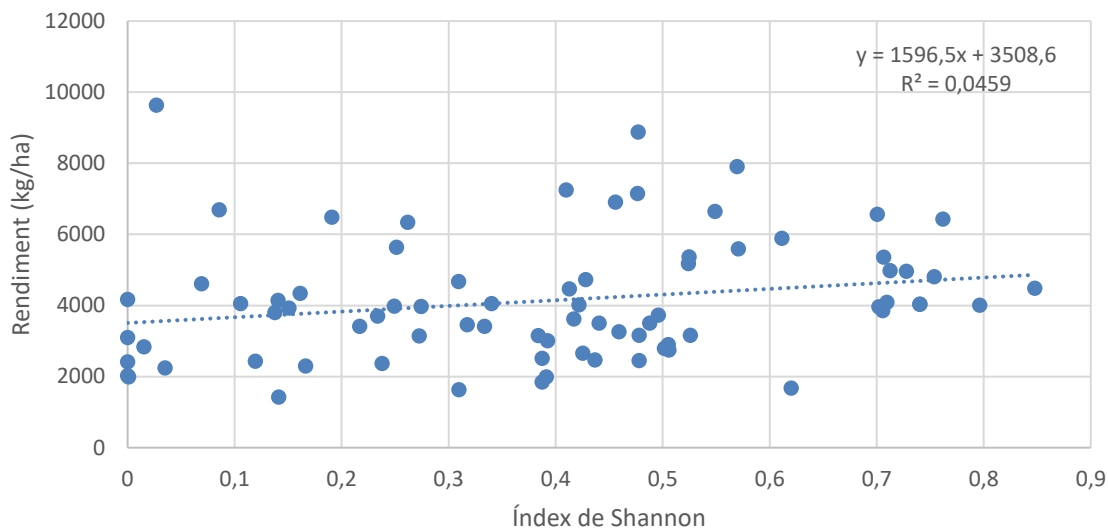
**Figura 28.** Relació entre rendiment del cereal i biodiversitat de flora adventícia expressada mitjançant l'índex de Shannon.



**Figura 29.** Relació entre rendiment del cereal i biodiversitat de flora adventícia expressada mitjançant l'índex de Shannon.

En canvi, amb tots els valors dels camps posats en conjunt, el resultat de la relació entre el rendiment del cultiu i la biodiversitat d'herbes és positiu. A mesura que s'incrementa la biodiversitat d'herbes sembla que hi ha una tendència a incrementar el rendiment de cereal, tot i que la correlació que s'estableix és pràcticament nul·la (Figura 30).





**Figura 30.** Relació entre rendiment del cereal i la biodiversitat de flora adventícia considerant tots els camps conjuntament.

Si comparem la relació entre rendiment i biovolum, que és negativa (Figura 27), amb la relació entre rendiment i biodiversitat, que és positiva (Figura 30), deduïm que la diferència pot ser deguda a tenir en compte les diferents espècies i la diferent quantitat d'herbes dins de cada espècie.

## 4.6 Presència de flora adventícia

En aquest apartat es vol esbrinar si existeix algun tipus de relació entre l'espècie de flora adventícia i el seu biovolum amb el rendiment del cultiu. Per això s'ha elaborat una taula (Taula 5) en la que es comparen les espècies d'herbes presents en els quadrats amb els rendiments més baixos i les espècies d'herbes en els quadrats amb els rendiments més elevats; les 6 primeres files fan referència als quadrats amb rendiments més baixos i les 6 últimes als quadrats amb rendiments més elevats.

Pel que fa als quadrats amb els rendiments més baixos, s'ha observat que l'índex de Shannon és molt divers; no obstant, tots els quadrats tenen en comú la presència de *Lolium rigidum* ocupant un biovolum molt més elevat que la resta d'espècies presents.

Els quadrats amb rendiments més elevats tenen en comú l'absència de *Lolium rigidum* a excepció del quadrat Q9 del camp Moirà 2 que sí que en té de presència, però amb un biovolum molt

semblant al de *Papaver rhoeas*. El quadrat amb el rendiment més elevat ha estat el Q2 de Moià 1, on el biovolum total de males herbes és molt baix i per tant, no s'ha establert competència entre cultiu i mala herba.

**Taula 5.** Relació dels sis quadrats amb menys i més rendiment, amb el seu índex de Shanon ( $H'$ ), el biovolum total i el biovolum de les espècies presents.

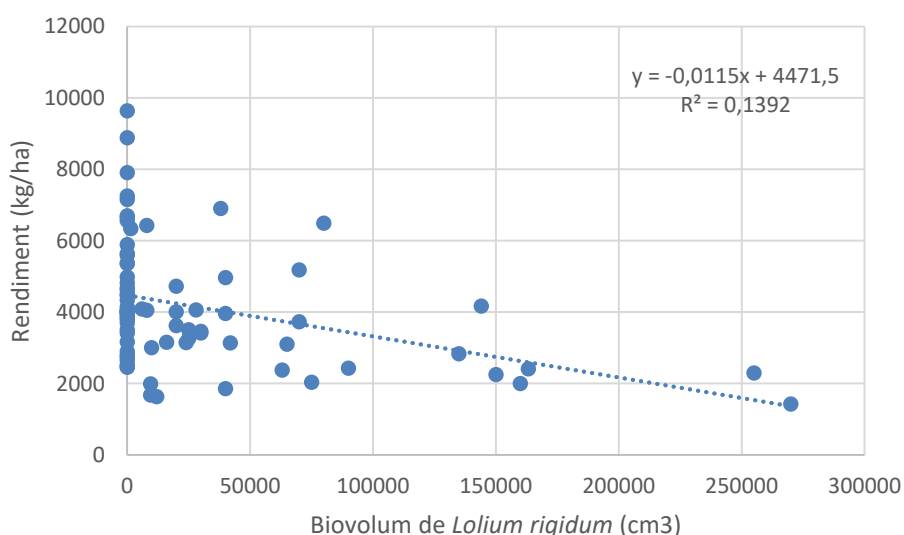
	Rendiment (kg/ha)	H' total	Espècie mala herba	Biovolum (cm <sup>3</sup> )	Biovolum total (cm <sup>3</sup> )
<b>COLLSUSPINA Q2</b>	1424	0,14	<i>Vicia pannonica</i>	30000	300000
			<i>Lolium rigidum</i>	270000	
<b>LA LLAVINERA 2 Q5</b>	1627	0,31	<i>Convolvulus arvensis</i>	40	22080
			<i>Lolium rigidum</i>	12000	
			<i>Medicago polymorpha</i>	40	
			<i>Vicia villosa</i>	10000	
<b>LA LLAVINERA 2 Q4</b>	1674	0,62	<i>Lolium rigidum</i>	9600	22380
			<i>Coronilla scorpioides</i>	60	
			<i>Diploaxis erucoides</i>	140	
			<i>Fumaria officinalis</i>	800	
			<i>Medicago polymorpha</i>	60	
			<i>Papaver rhoeas</i>	20	
			<i>Scandix pecten-veneris</i>	3200	
			<i>Vaccaria hispanica</i>	2500	
<b>LA LLAVINERA 2 Q8</b>	1847	0,38	<i>Vicia villosa</i>	6000	59460
			<i>Coronilla scorpioides</i>	40	
			<i>Lolium rigidum</i>	40000	
			<i>Medicago polymorpha</i>	700	
			<i>Papaver rhoeas</i>	1200	
			<i>Scandix pecten-veneris</i>	2400	
			<i>Vaccaria hispanica</i>	120	
<b>LA LLAVINERA 2 Q3</b>	1987	0,39	<i>Vicia villosa</i>	15000	15000
			<i>Coronilla scorpioides</i>	60	
			<i>Fumaria officinalis</i>	80	
			<i>Lolium rigidum</i>	9600	
			<i>Medicago polymorpha</i>	60	
			<i>Papaver rhoeas</i>	200	
			<i>Scandix pecten-veneris</i>	160	
<b>COLLSUSPINA Q6</b>	1991	0,001	<i>Vaccaria hispanica</i>	250	160040
			<i>Vicia villosa</i>	5000	
			<i>Polygonum convolvulus</i>	40	

			<i>Lolium rigidum</i>	160000	
MOIÀ 2 Q9	6904	0,45	<i>Atriplex patula</i>	80	65170
			<i>Geranium dissectum</i>	440	
			<i>Lolium rigidum</i>	38000	
			<i>Medicago polymorpha</i>	4000	
			<i>Papaver hybridum</i>	250	
			<i>Papaver rhoeas</i>	20000	
			<i>Polygonum aviculare</i>	2000	
			<i>Veronica persica</i>	400	
MOIÀ 2 Q1	7150	0,47	<i>Carsella bursa-pastoris</i>	3200	119270
			<i>Convolvulus arvensis</i>	120	
			<i>Fumaria officinalis</i>	2400	
			<i>Geranium dissectum</i>	2000	
			<i>Lamium amplexicaule</i>	10800	
			<i>Lithospermum arvense</i>	3000	
			<i>Medicago polymorpha</i>	750	
			<i>Papaver rhoeas</i>	5000	
			<i>Polygonum aviculare</i>	1000	
			<i>Veronica hederifolia</i>	3500	
MOIÀ 1 Q7	7245	0,41	<i>Veronica persica</i>	87500	26220
			<i>Lactuca serriola</i>	3200	
			<i>Polygonum aviculare</i>	20	
			<i>Veronica hederifolia</i>	8000	
			<i>Veronica persica</i>	15000	
MOIÀ 2 Q10	7901	0,57	<i>Lamium amplexicaule</i>	55000	86920
			<i>Lithospermum arvense</i>	6000	
			<i>Medicago polymorpha</i>	6100	
			<i>Papaver hybridum</i>	300	
			<i>Papaver rhoeas</i>	3660	
			<i>Polygonum aviculare</i>	1600	
			<i>Veronica hederifolia</i>	9125	
			<i>Veronica persica</i>	4560	
MOIÀ 1 Q6	8880	0,47	<i>Vicia villosa</i>	575	23700
			<i>Galium parisiense</i>	10000	
			<i>Lactuca serriola</i>	60	
			<i>Polygonum aviculare</i>	20	
			<i>Stellaria media</i>	20	
			<i>Veronica hederifolia</i>	5600	
MOIÀ 1 Q2	9636	0,027	<i>Veronica persica</i>	8000	
			<i>Galium parisiense</i>	20	

<i>Stellaria media</i>	20	4040
<i>Veronica persica</i>	4000	

#### 4.6.1 Presència de *Lolium rigidum*

En la taula 5 s'ha pogut observar que els sis quadrats amb un rendiment inferior tenen presència de *Lolium rigidum* i aquest predomina per sobre les altres herbes. Així doncs, s'ha volgut esbrinar la importància de *Lolium rigidum* sobre el rendiment del cereal i l'efecte que sobre ell pot tenir la presència de altres espècies. En relació a la importància de *L. rigidum* sobre el cereal, la correlació entre biovolum i rendiment ( $r=0,14$ ) (Figura 31) ha resultat ser superior a la correlació que s'estableix entre biovolum total i rendiment ( $r=0,02$ ) (Figura 27). *L. rigidum* sembla tenir més influència sobre el rendiment del cultiu que totes les altres herbes.



**Figura 31.** Relació entre rendiment del cereal i el biovolum de *Lolium rigidum*.

Per tal de veure si la presència d'altres herbes al camp redueix l'efecte competitiu de *L. rigidum*, s'ha comparat com varia el rendiment del cultiu amb diferents graus de dominància de *L. rigidum* dins dels quadrats. Per a poder fer aquesta relació el més versemblant possible, primer s'ha elaborat una taula (Taula 6) on es mostra el rendiment mitjà de tots els camps, i mitjançant la qual s'han seleccionat dos grups de camps amb

rendiments similars. Els camps que s'han seleccionat han estat: La Llavinera 2, Calonge 2 i Collsuspina amb uns rendiments al voltant dels 2.500 kg/ha i Moià 2 i Moià 3 amb uns rendiments al voltant de 5.400 kg/ha.

**Taula 6.** Rendiment mitjà dels camps. Un grup de camps amb els rendiments més semblants de color blau i un altre grup de color marró.

Camp	Rendiment mitjà (Kg/ha)
La Llavinera 1	3678
<b>La Llavinera 2</b>	2425
Calonge 1	4063
<b>Calonge 2</b>	2963
Moià 1	6369
Moià 2	5523
Moià 3	5293
<b>Collsuspina</b>	2490

Un cop agrupats els quadrats dels camps seleccionats, cadascun per una banda, s'han ordenat els biovolums d'aquests i s'han seleccionat aquells quadrats on hi havia major quantitat de dades de biovolum similars, de forma que la comparativa fos el més equiparable possible. Les dades de biovolum finalment considerades més pròximes s'han agrupat per ordre de rendiment de menor a major (Taules 7 i 8) i s'han comparat amb la presència de *L. rigidum*.

#### Quadrats de camps amb rendiments baixos

A la Taula 7 no apareixen les dades de La Llavinera 2 malgrat pertànyer a aquest grup per proximitat de rendiment mitjà perquè els biovolums totals no eren semblants als altres dos camps que s'han comparat.

Els quadrats amb els rendiments més baixos són aquells que tenen major presència de *Lolium rigidum*. Segueix el quadrat amb més espècies diferents, però sense *Lolium rigidum*. Posteriorment el Q7 i el Q5 de Calonge 2 tenen biovolums molt similars però



amb una major riquesa d'herbes, el rendiment és major. En el cas de Calonge 2 Q5 i Calonge 2 Q6 es pot veure que a menor nombre d'espècies, major rendiment, tot i que en aquest cas el biovolum és bastant inferior. El quadrat de Collsuspina Q3 és similar als Q6 i Q5 de la mateixa localitat pel que fa al percentatge de *L. rigidum*, però tenen més riquesa d'espècies i un major rendiment. Per últim, trobem el cas de Collsuspina Q8 pel que s'obté un rendiment molt elevat malgrat tenir només presència de *Lolium rigidum*.

**Taula 7.** Comparació de rendiments en funció del biovolum total, el nombre d'espècies i el % de *Lolium rigidum* per als quadrats amb biovolums totals més semblants dels camps Calonge 2 i Collsuspina.

Quadrat	Biovolum total (cm3)	Nº espècies	% <i>Lolium rigidum</i>	Rendiment (kg/ha)
Collsuspina Q6	160040	2	99,9	1991
Collsuspina Q5	152400	2	98	2245
Collsuspina Q10	163200	1	100	2410
Calonge 2 Q3	125570	11	0	2452
Calonge 2 Q7	120580	5	0	2465
Calonge 2 Q5	120010	9	0	2515
Calonge 2 Q6	103100	6	0	2650
Collsuspina Q3	135660	4	99,5	2832
Calonge 2 Q1	154000	8	0	2895
Calonge 2 Q8	130100	7	0	3498
Collsuspina Q8	144000	1	100	4166

#### Quadrats de camps amb rendiments alts

A la Taula 8 podem veure que a major riquesa d'espècies més rendiment, per a un biovolum total semblant, exceptuant el Q8 de Moià 3 que presenta el nombre més elevat d'espècies però hi ha *Lolium rigidum* (24%).

**Taula 8.** Comparació de rendiments en funció del biovolum total, el nombre d'espècies i el % de *Lolium rigidum* per als camps Moia 3 i Moia 2.

Quadrat	Biovolum total (cm <sup>3</sup> )	Nº espècies	% <i>Lolium rigidum</i>	Rendiment (kg/ha)
Moià 3 Q8	164600	12	24	3962
Moià 3 Q10	95160	8	0	4807
Moià 3 Q4	162800	8	0	4977
Moià 3 Q9	145100	10	0	5358
Moià 3 Q3	145900	10	0	6560
Moià 2 Q1	119270	11	0	7150

#### 4.6.2 Presència de *Veronica hederifolia*

Per als camps Calonge 1 i Calonge 2 s'ha trobat que *Veronica hederifolia* era l'herba amb més biovolum d'entre totes les espècies d'herbes presents.

En el camp Calonge 1, *V. hederifolia* té un biovolum molt per sobre de les altres herbes (Biovolum= 623.100) (Taula 9) i l'índex de Shannon pren un valor molt baix ( $H'=0,19$ ).

**Taula 9.** Biovolum de les espècies d'herbes presents al camp de Calonge 1 i valor de l'índex de Shannon.

Espècies presents	Biovolum (cm <sup>3</sup> )	H'
Capsella bursa-pastoris	1800	0,19
Cardamine hirsuta	700	
Cerastium glomeratum	40	
Galium parisiense	1222	
Kochia scoparia	100	
Lathyrus alphaca	333	
Lithospermum arvense	2200	
Papaver rhoeas	61480	
Phleum paniculatum	100	
Polygonum aviculare	1600	
Polygonum convolvulus	80	
Scandix pecten-veneris	910	
Veronica hederifolia	623100	
Vicia villosa	2900	



Per al camp Calonge 2, *V. hederifolia* segueix sent l'herba amb més biovolum d'entre totes (Biovolum = 475.200) (Taula 10), no obstant per aquest cas *Papaver rhoeas* s'aproxima molt al seu biovolum (Biovolum = 374.300) i l'índex de Shannon pren un valor superior que en l'anterior cas ( $H' = 0,45$ ).

**Taula 10.** Biovolum de les espècies d'herbes presents al camp de Calonge 1 i valor de l'índex de Shannon.

Espècies presents	Biovolum (cm <sup>3</sup> )	H'
Bifora testiculata	2040	0,45
Capsella bursa-pastoris	40	
Cardamine hirsuta	195	
Cirsium arvense	3600	
Erodium cicutarium	150	
Fumaria officinalis	2550	
Galium aparine	4180	
Galium parisiense	440	
Kochia scoparia	20	
Lathyrus aphaca	160	
Lithospermum arvense	2800	
Medicago polymorpha	80	
Papaver rhoeas	374300	
Polygonum aviculare	1440	
Ranunculus arvensis	56066	
Roemeria hybrida	910	
Scandix pecten-veneris	117360	
Veronica hederifolia	475200	
Veronica polita	100	
Vicia villosa	4800	



## 5. Discussió

### 5.1 Discussió per camps

En aquest apartat s'han tingut en compte totes les característiques que s'han estudiat de cada camp, juntament amb la varietat de blat, les mesures culturals que s'han realitzat al llarg del cultiu i la presència de flora adventícia, per tal de poder donar una explicació el més versemblant possible entre la producció de blat obtinguda i la presència de biodiversitat.

- Camp La Llavinerà 1

La varietat cultivada va ser *Triticum aestivum* var. *florence aurora*. Es tracta d'una varietat vigorosa i que, per tant, pot ajudar a limitar el creixement de males herbes. El rendiment mitjà del camp obtingut ha estat de 3.678 kg/ha mentre que la producció esperada era de 2.500 kg/ha segons les característiques de la varietat. Les condicions meteorològiques van ser correctes per al desenvolupament del blat fins al període d'ompliment del gra en el que es va enregistrar poca pluja i temperatures elevades, el que podria haver provocat l'existència de grans buits (3%).

En aquest camp la presència d'herbes segueix el mateix patró que per als camps amb més producció que s'han presentat a la Taula 4: en la majoria de quadrats hi ha la presència de diverses espècies i el biovolum d'aquestes està equilibrat amb el biovolum de *Lolium rigidum*. L'índex de Shannon mitjà per aquest camp pren el valor de  $H'=0,39$ .

- Camp La Llavinerà 2

La varietat cultivada en aquest camp va ser *Triticum spelta*. Es tracta d'una varietat ben adaptada per la seva rusticitat; no obstant, és una varietat poc vigorosa que possibilita el major creixement de les males herbes. El rendiment mitjà obtingut ha estat de 2.425 kg/ha i l'esperat era de 3.000 kg/ha. Les condicions meteorològiques van ser òptimes per al desenvolupament, no obstant, a la Taula 4 podem veure que tres dels quadrats estan dins dels sis amb el rendiment més baix dels 77 quadrats i alhora s'ha constatat la presència de *Lolium rigidum* amb un biovolum superior al les altres espècies. L'índex de Shannon mitjà del camp és de  $H'=0,37$ .



- Camp Calonge 1

La varietat de blat cultivada en aquest camp va ser *Triticum spelta*, per tant, ben adaptada al terreny i amb poca vigorositat. La producció obtinguda ha estat de 4.063kg/ha, mentre que la de referència era aproximadament de 3.000 kg/ha. En el camp de La Llavineria 2, que també tenien *T.spelta*, la dosi de sembra va ser de 215 kg/ha i per aquest camp ha estat de 250 kg/ha, per tant, certa variació en el rendiment podria residir en la dosi de sembra aportada. Per altra banda les condicions meteorològiques es consideren idònies i han afectat positivament al desenvolupament del cultiu.

Per aquest camp, s'ha observat la presència de 5,2 espècies de mitjana per quadrat, en cap d'ells amb presència de *Lolium rigidum* i amb uns biovolums totals molt baixos, segurament degut a la grada de púes que es va passar, no obstant, com s'ha comentat anteriorment es va detectar la presència de *Veronica hederifolia* amb un volum superior a les demes espècies. El valor que pren l'índex de Shannon ha estat de  $H'=0,19$ .

- Camp Calonge 2

El maneig i varietat del camp i condicions meteorològiques van ser les mateixes que per l'anterior camp, Calonge 1. En aquest cas la producció obtinguda es podria dir que ha estat molt ajustada a la esperada de 3.000 kg/ha prenen un valor de 2.963 kg/ha.

El nombre d'espècies mitjà per quadrat ha estat de 7,7 i, si bé és cert que els biovolums per espècie han resultat ser baixos, com pel camp Calonge 1, s'ha detectat la presència de *Veronica hederifolia* amb un biovolum superior a les altres herbes en tots els quadrats. Per aquest camp l'índex de Shannon mitjà en aquest camp ha estat  $H'=0,45$ , molt superior a l'anterior malgrat el biovolum superior de *V.hederifolia*, aquesta herba té un port postrat i no resulta ser molt competitiva, no obstant, augmenta la seva competitivitat i causa pèrdues en el rendiment si s'aplica adob nitrogenat en fases del cultiu com l'elongació de la tija o de la floració (Angonin et al., 1996). En aquest cas no es té informació sobre la data d'aplicació del compost si més no se sap que va ser el mateix dia que pel camp Calonge 1 i per tant és descarta la presència de *Veronica hederifolia* com a causant de diferències en els rendiments.

- Camp Moià 1

La varietat de blat cultivada en aquest camp va ser *Triticum aestivum* var. *marcopolo*, es tracta d'una varietat vigorosa, es per això que a diferència dels altres camps la dosi de sembra ha estat inferior, de 150 kg/ha. El rendiment obtingut per a tot el camp ha estat de 6.369 kg/ha mentre que el rendiment mitjà que se sol obtenir amb aquesta varietat és de 5.500 kg/ha. Les condicions meteorològiques van ser ideals per al correcte desenvolupament del cultiu i es va realitzar l'aplicació de l'herbicida "Axial", es tracta d'un herbicida post-emergència i selectiu per a les espècies *Avena fatua* i *Lolium multiflorum* (Syngenta, 2018).

Com hem vist a la Taula 4, aquest camp té els valors més alts de rendiment, la mitjana d'espècies per quadrat és de 5 i l'índex de Shannon mitjà  $H'=0,31$ .

- Camp Moià 2

La varietat de blat cultivada en aquest també va ser *Triticum aestivum* var. *marcopolo*. Com per al camp Moià 1 també es va aplicar l'herbicida "Axial". El rendiment obtingut per a tot el camp ha estat de 5.523kg/ha mentre que el rendiment mitjà que se sol obtenir amb aquesta varietat és de 5.500 kg/ha, el que podria explicar una part de la disminució del rendiment respecte al camp Moià 1 és la presència de *Sitophilus granarius* i de grans buits, probablement causats per l'escassetat d'aigua durant el període d'ompliment del gra.

Com hem vist a la Taula 4, aquest camp també té els valors més alts de rendiment, la mitjana d'espècies per quadrat és de 8 i l'índex de Shannon mitjà  $H'=0,63$ .

- Camp Moià 3

Com amb els camps Moià 1 i 2 la varietat cultivada va ser *Triticum aestivum* var. *marcopolo*, en les mateixes condicions meteorològiques i amb l'aplicació del herbicida "Axial" i pel que es van observar també grans buits i la presència de *Sitophilus granarius*. El rendiment mitjà ha estat 5.293kg/ha i l'índex de Shannon  $H'=0,67$ .

Podem veure que els camps de Moià 2 i 3 es trobaven en les mateixes condicions si més no els rendiments han estat diferents, el camp amb més rendiment ha estat Moià 3 amb un índex de Shannon superior.



- Camp Collsuspina

La varietat cultivada en aquest camp va ser *Triticum aestivum* var. *ippon*, es tracta d'una varietat amb un vigor baix, per tant pot afavorir el creixement de flora adventícia. En relació a la meteorologia, es va enregistrar un hivern bastant plujós, el que podria explicar la presència del fong *Tilletia* sp. El rendiment també es podria haver vist minvat per l'elevada presència de *Sitophilus granarius*. El resultat final de producció ha estat de 2.490 kg/ha mentre que l'esperada segons característiques endògenes de la varietat era de 7.000 kg/ha. La diferència entre produccions és notable tenint en compte que també es va usar un herbicida "Mohican" indicat per a dicotiledònies, això explicaria l'elevat biovolum de *Lolium rigidum*, ja que es tracta d'una planta monocotiledònia. L'índex de Shannon mitjà ha estat el més baix de tots els camps, prenent un valor de  $H' = 0,004$ .

## 5.2 Discussió general

Les relacions que s'han fet entre cobertura, biovolum i biodiversitat amb el rendiment han resultat tenir un coeficient de correlació molt baix, amb  $r=0,09$ ,  $r=0,01$  i  $r=0,04$  respectivament.

Els valors tan baixos de les correlacions ens indica que un cultiu depèn de molts factors que acaben determinant la seva productivitat, i que s'han comparat camps diferents on les condicions i varietats variaven i on dins d'un mateix camp existia molta variabilitat entre quadrats, com s'ha pogut veure a la Taula 4 on la desviació tipus prenia valors elevats ( $S=0,20$ ). Per disminuir aquesta variabilitat s'hauria de realitzar un estudi amb major nombre de camps i realitzar un anàlisi mitjançant models mixtes lineals, on tots aquells paràmetres que influeixen sobre el cultiu estarien controlats. Hi ha també una variabilitat lligada als valors de l'alçada de les herbes, ja que el càlcul del biovolum està realitzat en base a una alçada mitjana i no a l'alçada de les herbes pròpies del quadrat i, per tant, pot existir un error en l'estimació del biovolum.

Mitjançant la comparació dels quadrats amb menor i major rendiments s'ha pogut observar que els camps on hi ha més presència de *Lolium rigidum*, encara que l'índex de Shannon sigui elevat, tenen un rendiment baix. Es dedueix doncs, que un dels motius pels que la correlació entre biodiversitat i rendiment sigui baixa és que l'índex de Shannon no contempla les diferents capacitats competitives de cada herba.

Quan s'han comparat els camps amb rendiments i biovolums totals similars s'ha pogut comprovar que en general, a més biodiversitat més rendiment, és a dir, que els camps que només tenen presència de *Lolium rigidum* tenen valors de rendiment molt baixos, mentre que si hi ha presència d'altres herbes, encara que la dominant sigui *Lolium rigidum*, el rendiment és lleugerament més gran, a excepció del cas de Collsuspina Q8, on hi ha una presència del 100% de *L. rigidum* i el rendiment és molt elevat (Taula 7). Aquesta excepció s'associa a la varietat de blat cultivada, ja que s'esperaven rendiments aproximats als 7.000 kg/ha.

El motiu pel qual *L. rigidum* esdevé una espècie tant determinant sobre el rendiment final del cultiu és degut a què té un percentatge de germinació molt elevat, una baixa mortalitat i una taxa de reproducció molt elevada. No obstant és necessària la presència de molta densitat per a que esdevingui altament competitiva (Izquierdo et al., 1997)

Pel que fa a *Veronica hederifolia*, no s'ha considerat causant de pèrdues de rendiment. Es creu que la presència elevada d'aquesta herba als camps Calonge 1 i Calonge 2 es deu a l'elevada presència d'aquesta al banc de llavors i les diferències de rendiments entre els dos camps són degudes a que Calonge 1 no tenia gairebé biovolum total d'herbes mentre que Calonge 2 sí.

Això ens porta a deduir que encara que amb més biodiversitat sembla que millori el rendiment, si tenim molta biomassa d'herbes, el rendiment minvarà ostensiblement, ja que aquest depèn de forma exponencial decreixent de la densitat d'herbes però, sobretot, de la biomassa d'aquestes (Cousens, 1985). Per això es creu que d'entrada, per a un cultiu, és més avantatjós tenir una quantitat petita de d'herbes ja que així es té la seguretat de que no hi hauran pèrdues de rendiment, però en el cas que hagi una quantitat més elevada d'herbes, millor que aquestes siguin diverses i que cap d'elles predomini, ja que així competiran entre elles pel mateix nínxol ecològic i el cultiu no resultarà tan afectat.

## Conclusions

- La relació entre cobertura i biovolum d'herbes amb el rendiment té molta variabilitat per a poder establir un rang òptim de percentatge o de biovolum d'herbes que no comprometi el rendiment del cereal.
- L'índex de Shannon és una dada més precisa ja que té en compte la diversitat d'espècies i l'abundància d'aquestes però comparada amb el rendiment no és suficientment informativa, ja que no contempla les capacitats competitives de cada espècie.
- *Lolium rigidum* és una espècie que està més relacionada amb el rendiment del cereal que el biovolum total d'herbes i el fa minvar quan està present en grans quantitats, encara que hi hagi una elevada riquesa d'espècies.
- S'obtenen rendiments més elevats quan cap espècie predomina per sobre de les altres, i per tant, quan tenen biovolums semblants.
- A biovolums totals similars, els quadrats amb més biodiversitat tenen una menor pèrdua de rendiment.
- S'han de realitzar experiments similars, amb major nombre de dades i on els paràmetres influents sobre la productivitat estiguin més controlats. Es pot fer mitjançant dissenys experimentals controlats o realitzant un anàlisi estadístic amb models mixtes lineals.

## Bibliografia

### Referències bibliogràfiques

AFRIN, S.; LATIF, A.; BANU, N.; KABIR, M.; HAQUE, S.; AHMED, M. ALI, M. (2017). *Intercropping Empower Reduces Insect Pests and Increases Biodiversity in Agro-Ecosystem*. Agricultural Sciences, 08(10), 1120–1134. Disponible a: <<https://doi.org/10.4236/as.2017.810082>>

ANDREASEN, C., STRYHN, H., I STREIBIG, J. (1996). Decline of the Flora in Danish Arable Fields. *Journal of Applied Ecology*, 33(3), 619-626. Disponible a: <[https://www.jstor.org/stable/2404990?seq=1#page\\_scan\\_tab\\_contents](https://www.jstor.org/stable/2404990?seq=1#page_scan_tab_contents)>

ANGONIN, C. , CAUSSANEL, J. and MEYNARD, J. (1996), *Competition between winter wheat and Veronica hederifolia: influence of weed density and the amount and timing of nitrogen application*. Weed Research, 36: 175-187. Disponible a: <[10.1111/j.1365-3180.1996.tb01813.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-3180.1996.tb01813.x)>

AWAND, N.A., MURDOCH A.J., GOODING M.J (2001) *Interaction of N, herbicides and weeds for the grain yield and breadmaking quality of wheat*. Asp. Appl. Biol. 64: 165–166.

BENTON, T.G, VECKERY, J.A., WILSON J.D. (2003) *Farmland biodiversity: Is habitat heterogeneity the key?*. Trends in Ecology & Evolution.

BORGY, B. , GABA, S. , PETIT, S. i REBOUD, X. (2012), *Non-random distribution of weed species abundance in arable fields*. Weed Research, 52: 383-389. Disponible a: <[10.1111/j.1365-3180.2012.00920.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-3180.2012.00920.x)>

CLEMENTS D.R, WEISE S.F I SWANTON C.J (1994) *Integrated weed management and weed species diversity*. Phytoprotection 75, 1–18.

COMMUNICATION FROM THE COMMISSION TO THE COUNCIL AND THE EUROPEAN PARLIAMENT. (2001) *Biodiversity Action Plan for Agriculture*. Disponible a:<[https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:52001DC0162\(03\):en:HTML](https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:52001DC0162(03):en:HTML)>



CONVENIO SOBRE LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA. (1992) Naciones Unidas. Disponible a: <https://www.cbd.int/doc/legal/cbd-es.pdf>

COUSENS, R. (1985), *A simple model relating yield loss to weed density*. Annals of Applied Biology, 107: 239-252. Disponible a: [10.1111/j.1744-7348.1985.tb01567.x](https://doi.org/10.1111/j.1744-7348.1985.tb01567.x)

DAVIS, A.S., RENNER, K.A, GROSS, K.L. (2005). *Weed seedbank and community shifts in a long-term cropping systems experiment*. Weed Science. 53:296-306.

European Commission (2016). *Biodiversity Strategy*. Disponible a: [http://ec.europa.eu/environment/nature/biodiversity/strategy/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/environment/nature/biodiversity/strategy/index_en.htm)

FERNÁNDEZ-QUINTANILLA, C.; GONZÁLEZ, J. L. *¿Qué sabemos de...? Las malas hierbas*. (Consejo Superior de Investigaciones Científicas; Libros de la Catarata) Madrid: 2017, p. 52-64

FERRERO R, LIMA M, DAVIS A, GONZÁLEZ-ANDÚJAR, J.L. (2015) *Disentangling Biodiversity and Climatic Impacts on Crop Production*. Field Crop Research Disponible a: <http://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0053530>

FULLER, R. , GREGORY, R. , GIBBONS, D. , MARCHANT, J. , WILSON, J. , BAILLIE, S. i CARTER, N. (1995), *Population Declines and Range Contractions among Lowland Farmland Birds in Britain*. Conservation Biology, 9: 1425-1441. Disponible a: <https://doi.org/10.1046/j.1523-1739.1995.09061425.x>

GABA, S., PERRONNE, R., FRIED, G., GARDARIN, A., BRETAGNOLLE, F., BIJU-DUVAL, L., COLBACH, N., CORDEAU, S., FERNÁNDEZ-APARICIO, M., GAUVRIT, C., GIBOT-LECLERC, S., GUILLEMIN, J-P., MOREAU, D., MUNIER-JOLAIN, N., STRBIK, F., REBOUD, X., (2017). *Response and effect traits of arable weeds in agro-ecosystems: a review of current knowledge*. Weed Research 57, 123–147.

GAJIC, D., NIKOCEVIC, G. (1973). *Chemical allelopathic effect of Agrostemmagithago upon wheat*. Fragmenta Herbologica Jugoslavica. 18(1).

HALD, A.B. (1999) *Weed vegetation (wild flora) of long established organic versus conventional cereal fields in Denmark*. Ann. Appl. Biol. 134, 307–314



HOOPER, D. U., CHAPIN, F. S., EWEL, J. J., HECTOR, A. , INCHAUSTI, P. , LAVOREL, S. , LAWTON, J. H., LODGE, D. M., LOREAU, M. , NAEEM, S. , SCHMID, B. , SETÄLÄ, H. , SYMSTAD, A. J., VANDERMEER, J. AND WARDLE, D. A. (2005) *Effects of biodiversity on ecosystem functioning: A consensus of current knowledge and needs for future research*. Ecological Monographs 75: 3–35.

LOREAU, M I DE MAZANCOURT, C (2013). *Biodiversity and ecosystem stability: a synthesis of underlying mechanisms*. Ecology Letters, 16, Supplement 1: 106–115.

MARSHALL, E.J., BROWN, V.K., BOATMAN, N.D., LUTMAN, P.J.,SQUIRE,G.R. i WARD, L.K. (2003). *The role of weeds in supporting biological diversity within crop fields*. Weed Research 42: 77-39.

MASON, M.G I MADIN, R.W (1996) *Effect of weeds and nitrogen fertiliser on yield and grain protein concentration of wheat*, Aust. J. Exp. Agr. 36: 443–450.

MOREBY, S.J., AEBISCHER, N.J., SOUTHWAY, S.E., SOTHERTON, S.W.(1994) *A comparison of the flora and arthropod fauna of organically and conventionally grown winter wheat in Southern England*. Ann. Appl. Biol. 125, 13–27

NEVE P, BUSI R, RENTON M i VILA-AIUB MM (2014) *Expanding the eco-evolutionary context of herbicide resistance research*. Pest Management Science 70, 1385–1393.

NORRIS, R., CASWELL-CHEN, E., KOGAN, M. (2003). *Concepts in integrated pest management*. 1: 4-32.

OERKE, E.C. (2006) *Crop Losses to Pests*. Journal of Agricultural Science, 144, 31-43. Disponible a <<http://dx.doi.org/10.1017/S0021859605005708>>

OWEN MJ, MARTINEZ NJ i POWLES SB (2014) *Multiple herbicide-resistant Lolium rigidum (annual ryegrass) now dominates across the Western Australian grain belt*. Weed Research 54, 314–324.

PEREIRA, H.M., LEADLEY, P.W., PROENCA, V., ALKEMADE, R., SCHARLEMANN, J.P.W., FERNANDEZ-MANJARRÉS, J.F., et al. (2010) *Scenarios for Global Biodiversity in the 21st Century*. Science, 330, 1496-1501. Disponible a: <<http://dx.doi.org/10.1126/science.1196624>>



PLA, L. (2006). *Biodiversidad: Inferencia basada en el índice de shannon y la riqueza*. 31(8). Disponible a: <[http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0378-18442006000800008](http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-18442006000800008)>

POLLNAC, F. W., MAXWELL, B. D. and MENALLED, F. D. (2009). *Weed community characteristics and crop performance: a neighbourhood approach*. Weed Research 49:242-250.

RAWSON, H.; GOMEZ, H., (2001). Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. *Trigo regado*. Roma (Italia). Disponible a: <<http://www.fao.org/docrep/006/x8234s/x8234s08.htm#TopOfPage>>

RECASENS, J., TABERNER, A I IZQUIERDO J (1997). *Lolium rigidum* Gaud. en cultivos de cereales. En "Biología de las malas hierbas de España". Ed. Phytoma. Pags. 49 -64.

ROBINSON, R. A., SUTHERLAND, W. J. (2002), *Post-war changes in arable farming and biodiversity in Great Britain*. Journal of Applied Ecology, 39: 157-176. Disponible a <[10.1046/j.1365-2664.2002.00695.x](http://dx.doi.org/10.1046/j.1365-2664.2002.00695.x)>

SLAFER, G.A. I RAWSON, H.M. (1995). Rates and cardinal temperatures for processes of development in wheat: effects of temperature and thermal amplitude. *Aus. J. Plant Physiol.*, 22: 913-926.

SMITH RG, MORTENSEN DA i RYAN MR (2010) *A new hypothesis for the functional role of diversity in mediating resource pools and weed-crop competition in agroecosystems*. Weed Research 50, 37–48.

STORKEY, J., WESTBURY, D. B., (2007), *Managing arable weeds for biodiversity*. Pest. Manag. Sci., 63: 517-523. Disponible a: <[10.1002/ps.1375](http://dx.doi.org/10.1002/ps.1375)>

STORKEY, J. I NEVE, P. (2018) *What good is weed diversity?*. Weed Research.

SUBEDI, K.D., FLOYD, C.N., BUDHATHOKI, C.B. (1998). Cold temperature induced sterility in spring wheat (*Triticum aestivum* L.) at high altitudes in Nepal: variation among cultivars in response to sowing dates. *Field Crops Res.*, 55: 141-151.

SUÁREZ, S.A., DE LA FUENTE, E.B., GERSHA, C.M., ROLANDO, J.C., (2001). *Weed community as an indicator of summer crop yield and site quality*. Agronomy Journal 93:524-530

Syngenta (2018). *Herbicida selectivo: Axial*. Argentina. Disponible a: <https://www.syngenta.com.ar/product/crop-protection/herbicida-selectivo/axial>

ZIMDAHL, R.L., (2004) *Weed-Crop Competition: A Review*. Oxford. UK

ZIMDAHL, R.L., (2008). *Weed Management Using the Principles of Competition*. In *Weed-Crop Competition*, pp. 146–166. Disponible a <https://doi.org/10.1002/9780470290224.ch8>



## Bibliografia complementària

En aquest apartat s'agrupa tota aquella bibliografia que s'ha consultat referent a les característiques de les varietats de cereal cultivades ja que s'han agafat moltes dades diverses de catàlegs i s'han adaptat a les característiques mediterrànies, per tant les dades mostrades al text poden no correspondre's totalment a les dels llibres i catàlegs citats.

BUSCA, J.M I BUSCA, J.I (1954), *El trigo de regadío. Notas sobre su cultivo en los regadíos meridionales del País Vasco-Navarro durante la campaña 1953-54*. Comunicaciones recibidas. Disponible a: <<http://www.aranzadi.eus/fileadmin/docs/Munibe/1954242252.pdf>>

FLORIMOND-DESPREZ (2015). *Ippon trigo de invierno*. Disponible a <<http://www.florimond-desprez.com/es/wp-content/uploads/sites/6/2015/11/ippon.pdf>>

GRUPO PARA LA EVALUACIÓN DE NUEVAS VARIEDADES DE CULTIVOS EXTENSIVOS EN ESPAÑA (GENVCE). *Marcopolo- Trigo blando de otoño*, España, 2014. Disponible a: <<http://www.genvce.org/variedades/trigo-blando/invierno/marcopolo/>>

INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN Y FORMACIÓN AGRARIA Y PESQUERA (2015), *Resultados de ensayos de trigo blando en Andalucía. Campaña 2014-2015*.

## Annexos

### ANNEX A. CÀLCUL DE L'ÍNDEX DE SHANNON

**Taula 11.** Resultats dels càlculs de biovolum, proporció d'individus de l'espècie respecte del total ( $p$ ) i índex de Shannon del camp La Llavinerà 1.

	LA LLAVINERA 1					
	Cobertura	Alçada (cm)	Superfície (cm <sup>2</sup> )	Biovolum (cm <sup>3</sup> )	$p$	H'
<b>Q1</b>						
Erucastrium nasturtiifolium	1	50	100	5000	0,130378096	0,115357935
Lactuca serriola	1	5	100	500	0,01303781	0,024573603
Lolium rigidum	12	25	1200	30000	0,782268579	0,083424339
Papaver rhoeas	1	5	100	500	0,01303781	0,024573603
Polygonum aviculare	0,5	7	50	350	0,009126467	0,01861523
Vicia villosa	1	20	100	2000	0,052151239	0,066896238
Total	16			38350		0,333440949
<b>Q2</b>						
Diploaxis erucoides	2	40	200	8000	0,134680135	0,117265516
Erucastrium nasturtiifolium	5	50	500	25000	0,420875421	0,158184527
Lactuca serriola	1	5	100	500	0,008417508	0,017464785
Lolium rigidum	10	25	1000	25000	0,420875421	0,158184527
Papaver rhoeas	0,2	5	20	100	0,001683502	0,004669674
Polygonum aviculare	0,2	7	20	140	0,002356902	0,006193134
Roemeria hybrida	0,1	20	10	200	0,003367003	0,008325779
Veronica hederifolia	0,1	6	10	60	0,001010101	0,003025894
Vicia villosa	0,2	20	20	400	0,006734007	0,014624421
Total	18			59400		0,487938258
<b>Q3</b>						
Diploaxis erucoides	5	40	500	20000	0,156555773	0,126079204
Erucastrium nasturtiifolium	10	32	1000	32000	0,250489237	0,150596867
Fumaria officinalis	2	14	200	2800	0,021917808	0,03636609
Lolium rigidum	20	35	2000	70000	0,547945205	0,143157736
Papaver rhoeas	0,5	3	50	150	0,001174168	0,00344063
Polygonum aviculare	2	14	200	2800	0,021917808	0,03636609
Total	39			127750		0,496006618
<b>Q4</b>						
Diploaxis erucoides	10	40	1000	40000	0,244498778	0,149565601
Erucastrium nasturtiifolium	15	32	1500	48000	0,293398533	0,15624706
Fumaria officinalis	2	14	200	2800	0,017114914	0,03023564
Lolium rigidum	20	35	2000	70000	0,427872861	0,157750417
Polygonum aviculare	2	14	200	2800	0,017114914	0,03023564
Total	49			163600		0,524034358
<b>Q5</b>						
Diploaxis erucoides	1	40	100	4000	0,108401084	0,104603401
Erucastrium nasturtiifolium	2	24	200	4800	0,130081301	0,115224082
Fumaria officinalis	2	7	200	1400	0,037940379	0,053909422
Lolium rigidum	10	25	1000	25000	0,677506775	0,114557153
Polygonum aviculare	1	3	100	300	0,008130081	0,016991098
Roemeria hybrida	2	7	200	1400	0,037940379	0,053909422
Total	18			36900		0,459194578

<b>Q6</b>						
Lolium rigidum	8	35	800	28000	0,950441276	0,020980717
Papaver rhoeas	0,2	3	20	60	0,00203666	0,005480818
Polygonum aviculare	0,5	3	50	150	0,00509165	0,011675873
Veronica hederifolia	0,5	5	50	250	0,008486083	0,017577162
Vicia villosa	0,5	20	50	1000	0,033944331	0,049872123
Total	8			29460		0,105586692
<b>Q7</b>						
Diploaxis erucoides	3	30	300	9000	0,262773723	0,152518616
Erucastrium nasturtiifolium	3	26	300	7800	0,227737226	0,146336192
Fumaria officinalis	0,5	7	50	350	0,010218978	0,020341821
Gallium parisiense	0,2	5	20	100	0,002919708	0,007400469
Lolium rigidum	8	20	800	16000	0,467153285	0,154413124
Polygonum aviculare	2	5	200	1000	0,02919708	0,044807608
Total	16			34250		0,525817831
<b>Q8</b>						
Diploaxis erucoides	4	30	400	12000	0,587084149	0,135792355
Fumaria officinalis	0,1	7	10	70	0,003424658	0,008443092
Geranium rotundifolium	0,2	6	20	120	0,005870841	0,013099607
Lolium rigidum	4	20	400	8000	0,391389432	0,159448495
Polygonum aviculare	0,5	5	50	250	0,01223092	0,023392134
Total	8			20440		0,340175683
<b>Q9</b>						
Diploaxis erucoides	1	20	100	2000	0,055309735	0,069535311
Erucastrium nasturtiifolium	0,5	20	50	1000	0,027654867	0,0430926
Fumaria officinalis	1	15	100	1500	0,041482301	0,05733423
Lolium rigidum	15	20	1500	30000	0,829646018	0,067290238
Papaver rhoeas	1	3	100	300	0,00829646	0,017265823
Polygonum aviculare	2	5	200	1000	0,027654867	0,0430926
Roemeria hybrida	0,2	18	20	360	0,009955752	0,019930678
Total	20			36160		0,31754148
<b>Q10</b>						
Diploaxis erucoides	5	30	500	15000	0,563909774	0,140295326
Fumaria officinalis	0,1	15	10	150	0,005639098	0,012681149
Lolium rigidum	5	20	500	10000	0,37593985	0,159729939
Papaver rhoeas	1	12	100	1200	0,045112782	0,060708288
Polygonum aviculare	0,5	5	50	250	0,009398496	0,019050203
Total	11			26600		0,392464905

**Taula 12.** Resultats dels càlculs de biovolum, proporció d'individus de l'espècie respecte del total (p) i índex de Shannon del camp La Llavina 2.

	LA LLAVINERA 2					
	Cobertura	Alçada (cm)	Superfície (cm2)	Biovolum (cm3)	p	H'
<b>Q1</b>						
Fumaria officinalis	0,2	10	20	200	0,010498688	0,020775485
Lolium rigidum	10	15	1000	15000	0,787401575	0,081735213
Medicago lupulina	0,2	2	20	40	0,002099738	0,005622751
Medicago polymorpha	0,2	2	20	40	0,002099738	0,005622751
Papaver rhoeas	5	2	500	1000	0,052493438	0,067186088
"Peluda"	0,1	3	10	30	0,001574803	0,004413817
Scandix pecten-veneris	0,2	9	20	180	0,009448819	0,019130291
Vaccaria hispanica	0,2	8	20	160	0,00839895	0,017434331
Vicia villosa	2	12	200	2400	0,125984252	0,113345983
Total	17,9			19050		0,33526671

<b>Q2</b>						
Anacyclus clavatus	0,5	10	50	500	0,016212711	0,029023093
Diploaxis erucoides	0,5	10	50	500	0,016212711	0,029023093
Lolium rigidum	15	15	1500	22500	0,729571984	0,099901642
Medicago polymorpha	0,2	2	20	40	0,001297017	0,003744558
Papaver rhoeas	0,5	2	50	100	0,003242542	0,008071058
Vaccaria hispanica	3	8	300	2400	0,077821012	0,086295963
Vicia villosa	4	12	400	4800	0,155642023	0,125739009
Total	22			30840		0,381798417
<b>Q3</b>						
Coronilla scorpioides	0,2	3	20	60	0,003893576	0,00938216
Fumaria officinalis	0,1	8	10	80	0,005191434	0,011860935
Lolium rigidum	8	12	800	9600	0,622972096	0,128040331
Medicago polymorpha	0,2	3	20	60	0,003893576	0,00938216
Papaver rhoeas	1	2	100	200	0,012978585	0,02448764
Scandix pecten-veneris	0,2	8	20	160	0,010382868	0,020596316
Vaccaria hispanica	0,5	5	50	250	0,016223232	0,029037356
Vicia villosa	5	10	500	5000	0,324464633	0,158608901
Total	14			15410		0,391395799
<b>Q4</b>						
Lolium rigidum	8	12	800	9600	0,428954424	0,157678863
Coronilla scorpioides	0,2	3	20	60	0,002680965	0,006894662
Diploaxis erucoides	0,2	7	20	140	0,006255585	0,013785634
Fumaria officinalis	1	8	100	800	0,035746202	0,051716536
Medicago polymorpha	0,2	3	20	60	0,002680965	0,006894662
Papaver rhoeas	0,1	2	10	20	0,000893655	0,002724602
Scandix pecten-veneris	4	8	400	3200	0,142984808	0,120780712
Vaccaria hispanica	5	5	500	2500	0,111706881	0,106336023
Vicia villosa	6	10	600	6000	0,268096515	0,153273145
Total	24			22380		0,620084838
<b>Q5</b>						
Convolvulus arvensis	0,2	2	20	40	0,001811594	0,004967281
Lolium rigidum	15	8	1500	12000	0,543478261	0,14392273
Medicago polymorpha	0,2	2	20	40	0,001811594	0,004967281
Vicia villosa	10	10	1000	10000	0,452898551	0,15579668
Total	25			22080		0,309653972
<b>Q6</b>						
Convolvulus arvensis	0,5	2	50	100	0,002773156	0,007091031
Coronilla scorpioides	0,2	8	20	160	0,004437049	0,010439959
Fumaria officinalis	0,5	8	50	400	0,011092623	0,021685699
Lolium rigidum	30	8	3000	24000	0,665557404	0,117680187
Medicago polymorpha	2	2	200	400	0,011092623	0,021685699
Papaver rhoeas	0,5	2	50	100	0,002773156	0,007091031
Scandix pecten-veneris	1	8	100	800	0,022185247	0,036692972
Vaccaria hispanica	0,2	5	20	100	0,002773156	0,007091031
Vicia villosa	10	10	1000	10000	0,277315585	0,154471914
Total	43			36060		0,383929522
<b>Q7</b>						
Coronilla scorpioides	0,2	4	20	80	0,002151694	0,005739041
Fumaria officinalis	0,2	10	20	200	0,005379236	0,01220699
Lolium rigidum	10	20	1000	20000	0,537923615	0,144851743
Medicago polymorpha	1	7	100	700	0,018827327	0,032481117
Papaver rhoeas	0,5	6	50	300	0,008068854	0,01688963
Scandix pecten-veneris	0,5	12	50	600	0,016137708	0,028921325
Vaccaria hispanica	0,5	6	50	300	0,008068854	0,01688963
Vicia villosa	10	15	1000	15000	0,403442711	0,15904443
Total	21			37180		0,417023906
<b>Q8</b>						
Coronilla scorpioides	0,1	4	10	40	0,000672721	0,002133982
Lolium rigidum	20	20	2000	40000	0,672721157	0,11581898
Medicago polymorpha	1	7	100	700	0,01177262	0,022710878
Papaver rhoeas	2	6	200	1200	0,020181635	0,034208752
Scandix pecten-veneris	2	12	200	2400	0,040363269	0,056266949
Vaccaria hispanica	0,2	6	20	120	0,002018163	0,005439039
Vicia villosa	10	15	1000	15000	0,252270434	0,150891434
Total	35			59460		0,387470014

<b>Q9</b>						
Diplotaxis erucoides	0,2	20	20	400	0,008038585	0,016839392
Fumaria officinalis	0,2	18	20	360	0,007234727	0,015486496
Lolium rigidum	30	14	3000	42000	0,844051447	0,062148421
Medicago polymorpha	4	5	400	2000	0,040192926	0,056103311
Papaver rhoeas	2	5	200	1000	0,020096463	0,034101294
Vicia villosa	2	20	200	4000	0,080385852	0,088008069
Total	38			49760		0,272686982
<b>Q10</b>						
Coronilla scorpioides	0,2	4	20	80	0,001120134	0,003305214
Fumaria officinalis	1	18	100	1800	0,025203024	0,040288228
Lolium rigidum	45	14	4500	63000	0,882105853	0,048056506
Medicago polymorpha	5	5	500	2500	0,035004201	0,05096191
Papaver rhoeas	5	5	500	2500	0,035004201	0,05096191
Scandix pecten-veneris	0,2	12	20	240	0,003360403	0,008312322
Vaccaria hispanica	0,5	6	50	300	0,004200504	0,009983332
Vicia villosa	0,5	20	50	1000	0,01400168	0,025956593
Total	56			71420		0,237826014

**Taula 13.** Resultats dels càlculs de biovolum, proporció d'individus de l'espècie respecte del total (p) i índex de Shannon del camp Calonge 1.

	CALONGE 1					
<b>Q1</b>	Cobertura	Alçada (cm)	Superfície (cm2)	Biovolum (cm3)	p	H'
Cardamine hirsuta	0,1	2	10	20	0,00017507	0,0006577
Galium parisiense	0,2	14	20	280	0,00245098	0,00639868
Lathyrus alphaca	0,2	8	20	160	0,00140056	0,00399678
Lithospermum arvense	1	22	100	2200	0,019257703	0,03303458
Papaver rhoeas	5	13	500	6500	0,056897759	0,0708323
Polygonum aviculare	0,2	4	20	80	0,00070028	0,00220919
Veronica hederifolia	70	15	7000	105000	0,919117647	0,03366626
Total	76			114240		0,15079548
<b>Q2</b>						
Lathyrus alphaca	0,1	7	10	70	0,000605484	0,00194839
Papaver rhoeas	8	13	800	10400	0,089957616	0,09409225
Scandix pecten-veneris	0,2	7	20	140	0,001210968	0,00353223
Veronica hederifolia	70	15	7000	105000	0,908225932	0,03796939
Total	78			115610		0,13754226
<b>Q3</b>						
Lathyrus alphaca	0,1	10	10	100	0,000925926	0,00280873
Papaver rhoeas	8	13	800	10400	0,096296296	0,09787463
Veronica hederifolia	65	15	6500	97500	0,902777778	0,04010061
Total	73			108000		0,14078397
<b>Q4</b>						
Galium parisiense	0,1	10	10	100	0,000805023	0,0024909
Papaver rhoeas	3	13	300	3900	0,03139591	0,04719204
Polygonum aviculare	0,1	2	10	20	0,000161005	0,00061072
Veronica hederifolia	80	15	8000	120000	0,966028015	0,01450035
Vicia villosa	0,2	10	20	200	0,001610047	0,00449712
Total	83			124220		0,06929112
<b>Q5</b>						
Polygonum aviculare	0,2	4	20	80	0,001455339	0,00412885
Cardamine hirsuta	0,2	6	20	120	0,002183009	0,00580887
Galium parisiense	0,5	10	50	500	0,00909587	0,01856609
Papaver rhoeas	5	8	500	4000	0,072766964	0,08281359
Scandix pecten-veneris	0,1	7	10	70	0,001273422	0,00368659
Veronica hederifolia	50	10	5000	50000	0,909587047	0,03743472
Vicia villosa	0,2	10	20	200	0,003638348	0,00887428
Total	55			54970		0,16131298



<b>Q6</b>						
Galium parisiense	0,1	10	10	100	0,002849003	0,00725159
Papaver rhoeas	5	8	500	4000	0,113960114	0,10749255
Veronica hederifolia	30	10	3000	30000	0,854700855	0,05827851
Vicia villosa	1	10	100	1000	0,028490028	0,04402584
Total	36			35100		0,2170485
<b>Q7</b>						
Capsella bursa-pastoris	0,2	1	20	20	0,000452796	0,00151419
Cardamine hirsuta	0,2	11	20	220	0,004980756	0,01146921
Galium parisiense	0,1	8	10	80	0,001811184	0,00496633
Papaver rhoeas	8	9	800	7200	0,163006566	0,12841574
Polygonum aviculare	0,5	3	50	150	0,00339597	0,00838477
Veronica hederifolia	30	12	3000	36000	0,815032828	0,07239521
Vicia villosa	0,5	10	50	500	0,0113199	0,02203031
Total	38			44170		0,24917577
<b>Q8</b>						
Cardamine hirsuta	0,1	11	10	110	0,0049173	0,01135047
Galium parisiense	0,2	8	20	160	0,007152436	0,01534588
Papaver rhoeas	3	9	300	2700	0,120697363	0,11083666
Phleum paniculatum	0,1	10	10	100	0,004470273	0,01050365
Polygonum aviculare	1	3	100	300	0,013410818	0,02511236
Veronica hederifolia	15	12	1500	18000	0,804649084	0,07595363
Vicia villosa	1	10	100	1000	0,044702727	0,06033375
Total	20			22370		0,30943639
<b>Q9</b>						
Capsella bursa-pastoris	5	4	500	2000	0,041211622	0,05707728
Cardamine hirsuta	0,2	12	20	240	0,004945395	0,01140309
Cerastium glomeratum	0,2	2	20	40	0,000824232	0,00254189
Galium parisiense	0,1	5	10	50	0,001030291	0,00307752
Kochia scoparia	0,5	2	50	100	0,002060581	0,00553474
Papaver rhoeas	8	10	800	8000	0,164846487	0,12906166
Polygonum aviculare	2	3	200	600	0,012363487	0,02358779
Veronica hederifolia	25	15	2500	37500	0,772717906	0,0865282
Total	40			48530		0,31881217
<b>Q10</b>						
Capsella bursa-pastoris	2	4	200	800	0,015349194	0,02784212
Cardamine hirsuta	0,2	12	20	240	0,004604758	0,01076037
Papaver rhoeas	5	10	500	5000	0,095932464	0,09766255
Polygonum aviculare	1	3	100	300	0,005755948	0,01289265
Polygonum convolvulus	0,2	4	20	80	0,001534919	0,00431913
Scandix pecten-veneris	1	7	100	700	0,013430545	0,02514072
Veronica hederifolia	30	15	3000	45000	0,863392172	0,05507742
Total	39			52120		0,23369497

**Taula 14.** Resultats dels càlculs de biovolum, proporció d'individus de l'espècie respecte del total (p) i índex de Shannon del camp Calonge 2.

	CALONGE 2					
<b>Q1</b>	Cobertura	Alçada (cm)	Superfície (cm2)	Biovolum (cm3)	p	H'
Bifora testiculata	1	25	100	2500	0,01623377	0,02905163
Cirsium arvense	2	18	200	3600	0,02337662	0,03813237
Galium aparine	1	25	100	2500	0,01623377	0,02905163
Papaver rhoeas	10	25	1000	25000	0,16233766	0,12817869
Polygonum aviculare	1	4	100	400	0,0025974	0,00671548
Ranunculus arvensis	5	25	500	12500	0,08116883	0,0885236
Scandix pecten-veneris	5	15	500	7500	0,0487013	0,06391848
Veronica hederifolia	40	25	4000	100000	0,64935065	0,1217667
Total	65			154000		0,50533859



<b>Q2</b>						
Erodium cicutarium	0,1	7	10	70	0,00026329	0,00094245
Papaver rhoeas	40	25	4000	100000	0,37612367	0,15972819
Polygonum aviculare	2	4	200	800	0,00300899	0,00758741
Ranunculus arvensis	10	25	1000	25000	0,09403092	0,09654443
Scandix pecten-veneris	8	15	800	12000	0,04513484	0,06072839
Veronica hederifolia	50	25	5000	125000	0,47015459	0,15409755
Vicia villosa	2	15	200	3000	0,01128371	0,02197557
Total	112			265870		0,50160385
<b>Q3</b>						
Cardamine hirsuta	0,1	5	10	50	0,00039818	0,00135379
Galium aparine	0,5	20	50	1000	0,00796369	0,01671487
Galium parisiense	0,1	5	10	50	0,00039818	0,00135379
Kochia scoparia	0,1	2	10	20	0,00015927	0,0006049
Lithospermum arvense	0,2	20	20	400	0,00318547	0,00795357
Papaver rhoeas	25	20	2500	50000	0,39818428	0,15924022
Ranunculus arvensis	1	21	100	2100	0,01672374	0,02971251
Roemeria hybrida	0,5	13	50	650	0,0051764	0,0118331
Scandix pecten-veneris	8	14	800	11200	0,08919328	0,09362332
Veronica hederifolia	50	12	5000	60000	0,47782114	0,15325379
Veronica polita	0,2	5	20	100	0,00079637	0,00246786
Total	84			125570		0,47811172
<b>Q4</b>						
Capsella bursa-pastoris	0,2	2	20	40	0,00057654	0,0018675
Erodium cicutarium	0,2	3	20	60	0,0008648	0,00264896
Galium parisiense	0,2	11	20	220	0,00317094	0,00792359
Medicago polymorpha	0,2	4	20	80	0,00115307	0,00338789
Papaver rhoeas	15	20	1500	30000	0,43240127	0,15744294
Ranunculus arvensis	0,2	21	20	420	0,00605362	0,01342683
Roemeria hybrida	0,2	13	20	260	0,00374748	0,00909236
Scandix pecten-veneris	10	14	1000	14000	0,20178726	0,14026359
Veronica hederifolia	20	12	2000	24000	0,34592101	0,15947756
Vicia villosa	0,2	15	20	300	0,00432401	0,01022245
Total	45			69380		0,50575367
<b>Q5</b>						
Bifora testiculata	0,2	9	20	180	0,00149988	0,00423556
Fumaria officinalis	0,2	10	20	200	0,00166653	0,00462993
Galium aparine	0,2	12	20	240	0,00199983	0,00539756
Lithospermum arvense	0,2	20	20	400	0,00333306	0,0082565
Papaver rhoeas	2	15	200	3000	0,02499792	0,04004907
Ranunculus arvensis	0,2	12	20	240	0,00199983	0,00539756
Scandix pecten-veneris	40	15	4000	60000	0,49995834	0,15052055
Veronica hederifolia	55	10	5500	55000	0,45829514	0,15529548
Vicia villosa	0,5	15	50	750	0,00624948	0,01377483
Total	97			120010		0,38755705
<b>Q6</b>						
Galium aparine	0,5	12	50	600	0,00581959	0,01300741
Papaver rhoeas	30	15	3000	45000	0,43646945	0,15714914
Ranunculus arvensis	5	12	500	6000	0,05819593	0,07187822
Scandix pecten-veneris	0,5	15	50	750	0,00727449	0,0155543
Veronica hederifolia	50	10	5000	50000	0,48496605	0,15241933
Vicia villosa	0,5	15	50	750	0,00727449	0,0155543
Total	85			103100		0,42556271
<b>Q7</b>						
Galium parisiense	0,1	8	10	80	0,00066346	0,0021086
Papaver rhoeas	30	20	3000	60000	0,49759496	0,15083299
Ranunculus arvensis	1	25	100	2500	0,02073312	0,0349008
Scandix pecten-veneris	5	20	500	10000	0,08293249	0,08967285
Veronica hederifolia	40	12	4000	48000	0,39807597	0,15924394
Total	76			120580		0,43675918

<b>Q8</b>						
Cardamine hirsuta	1	6,5	100	650	0,00499616	0,01149798
Fumaria officinalis	0,5	15	50	750	0,0057648	0,01290862
Papaver rhoeas	35	20	3500	70000	0,53804766	0,14483127
Polygonum aviculare	0,5	4	50	200	0,00153728	0,00432475
Ranunculus arvensis	1	25	100	2500	0,01921599	0,03298112
Scandix pecten-veneris	4	20	400	8000	0,06149116	0,07447731
Veronica hederifolia	40	12	4000	48000	0,36894696	0,15976734
Total	81			130100		0,44078838
<b>Q9</b>						
Cardamine hirsuta	0,2	8	20	160	0,00233508	0,00614524
Fumaria officinalis	1	20	100	2000	0,02918856	0,04479823
Galium parisiense	0,1	6	10	60	0,00087566	0,00267747
Papaver rhoeas	25	15	2500	37500	0,54728546	0,14327172
Ranunculus arvensis	5	14	500	7000	0,10215995	0,10121184
Scandix pecten-veneris	1	8	100	800	0,01167542	0,02256541
Veronica hederifolia	30	7	3000	21000	0,30647986	0,15740746
Total	62			68520		0,47807736
<b>Q10</b>						
Galium parisiense	0,1	6	10	60	0,00139665	0,00398731
Lathyrus aphaca	0,2	8	20	160	0,00372439	0,00904635
Lithospermum arvense	1	20	100	2000	0,04655493	0,06201277
Papaver rhoeas	15	15	1500	22500	0,52374302	0,14710986
Polygonum aviculare	0,1	4	10	40	0,0009311	0,00282216
Ranunculus arvensis	0,5	14	50	700	0,01629423	0,02913353
Veronica hederifolia	25	7	2500	17500	0,40735568	0,1588794
Total	41			42960		0,41299137

**Taula 15.** Resultats dels càlculs de biovolum, proporció d'individus de l'espècie respecte del total (p) i índex de Shannon del camp Mojà 1.

	MOJÀ 1					
<b>Q1</b>	Cobertura	Alçada (cm)	Superfície (cm2)	Biovolum (cm3)	p	H'
Galium parisiense	0,1	2	10	20	0,003861	0,00931776
Lactuca serriola	0,2	2	20	40	0,00772201	0,01631096
Papaver rhoeas	0,2	1	20	20	0,003861	0,00931776
Polygonum aviculare	0,3	3	30	90	0,01737452	0,03058067
Stellaria media	0,1	1	10	10	0,0019305	0,00524002
Veronica persica	10	5	1000	5000	0,96525097	0,01482602
Total	10			5180		0,08559319
<b>Q2</b>						
Galium parisiense	0,1	2	10	20	0,0049505	0,01141263
Stellaria media	0,1	2	10	20	0,0049505	0,01141263
Veronica persica	8	5	800	4000	0,99009901	0,00427859
Total	8			4040		0,02710385
<b>Q3</b>						
Lactuca serriola	0,2	2	20	40	0,00394283	0,00947932
Lamium amplexicaule	0,2	5	20	100	0,00985707	0,01977577
Polygonum aviculare	5	4	500	2000	0,19714145	0,1390285
Sonchus oleraceus	0,1	0,5	10	5	0,00049285	0,00163001
Veronica persica	20	4	2000	8000	0,7885658	0,08135008
Total	25			10145		0,25126367
<b>Q4</b>						
Galium parisiense	0,1	2	10	20	0,0017762	0,00488545
Lactuca serriola	0,2	2	20	40	0,0035524	0,00870152
Polygonum aviculare	8	4	800	3200	0,28419183	0,15527912
Veronica persica	20	4	2000	8000	0,71047957	0,10546956
Total	28			11260		0,27433565

<b>Q5</b>						
Lactuca serriola	4	3	400	1200	0,06282723	0,07550903
Lolium rigidum	1	15	100	1500	0,07853403	0,08677556
Polygonum aviculare	2	2	200	400	0,02094241	0,03516175
Veronica persica	20	8	2000	16000	0,83769634	0,06443006
Total	27			19100		0,2618764
<b>Q6</b>						
Galium parisiense	10	10	1000	10000	0,42194093	0,15812166
Lactuca serriola	0,2	3	20	60	0,00253165	0,00657366
Polygonum aviculare	0,1	2	10	20	0,00084388	0,00259386
Stellaria media	0,1	2	10	20	0,00084388	0,00259386
Veronica hederifolia	8	7	800	5600	0,23628692	0,14804801
Veronica persica	10	8	1000	8000	0,33755274	0,15920957
Total	28			23700		0,47714062
<b>Q7</b>						
Lactuca serriola	8	4	800	3200	0,12204424	0,1114853
Polygonum aviculare	0,1	2	10	20	0,00076278	0,00237803
Veronica hederifolia	8	10	800	8000	0,3051106	0,15729754
Veronica persica	15	10	1500	15000	0,57208238	0,13875368
Total	31			26220		0,40991456
<b>Q8</b>						
Galium parisiense	5	10	500	5000	0,15432099	0,12524306
Lactuca serriola	20	4	2000	8000	0,24691358	0,14998889
Lolium rigidum	4	15	400	6000	0,18518519	0,13562847
Polygonum aviculare	2	2	200	400	0,01234568	0,02356154
Veronica hederifolia	5	10	500	5000	0,15432099	0,12524306
Veronica persica	8	10	800	8000	0,24691358	0,14998889
Total	44			32400		0,70965392
<b>Q9</b>						
Capsella bursa-pastoris	0,2	2	20	40	0,00119474	0,00349191
Galium parisiense	4	13	400	5200	0,15531661	0,12561729
Lactuca serriola	0,2	2	20	40	0,00119474	0,00349191
Lolium rigidum	10	20	1000	20000	0,59737157	0,13366515
Polygonum aviculare	1	2	100	200	0,00597372	0,01328408
Veronica persica	10	8	1000	8000	0,23894863	0,14855328
Total	25			33480		0,42810361
<b>Q10</b>						
Gallium parisiense	0,2	13	20	260	0,00292266	0,00740667
Lactuca serriola	8	2	800	1600	0,01798561	0,03138624
Lolium rigidum	40	20	4000	80000	0,89928058	0,04146114
Polygonum aviculare	0,5	2	50	100	0,0011241	0,00331519
Veronica hederifolia	2	10	200	2000	0,02248201	0,03705406
Veronica persica	5	10	500	5000	0,05620504	0,07026893
Total	55			88960		0,19089223

**Taula 16. Resultats dels càlculs de biovolum, proporció d'individus de l'espècie respecte del total (p) i índex de Shannon del camp Mojà 2.**

	MOJÀ 2					
Q1	Cobertura	Alçada (cm)	Superfície(cm2)	Biovolum (cm3)	p	H'
Carsella bursa-pastoris	2	16	200	3200	0,026829882	0,042159973
Convolvulus arvensis	0,1	12	10	120	0,001006121	0,003015695
Fumaria officinalis	2	12	200	2400	0,020122411	0,034134048
Geranium dissectum	1	20	100	2000	0,016768676	0,029772805
Lamium amplexicaule	4	27	400	10800	0,090550851	0,094454269
Lithospermum arvense	1	30	100	3000	0,025153014	0,040229982
Medicago polymorpha	0,5	15	50	750	0,006288254	0,013843401
Papaver rhoeas	5	10	500	5000	0,04192169	0,057749695
Polygonum aviculare	2	5	200	1000	0,008384338	0,01741034
Veronica hederifolia	1	35	100	3500	0,029345183	0,044970413
Veronica persica	25	35	2500	87500	0,73362958	0,098690174
Total	43			119270		0,476430794
Q2						
Carsella bursa-pastoris	0,5	2	50	100	0,001492983	0,004219088
Lamium amplexicaule	2	23	200	4600	0,068677217	0,079884467
Lithospermum arvense	1	30	100	3000	0,044789489	0,060413133
Medicago polymorpha	2	15,25	200	3050	0,045535981	0,061093135
Papaver hybridum	0,5	8	50	400	0,005971932	0,013280891
Papaver rhoeas	4	12,2	400	4880	0,072857569	0,08287733
Polygonum aviculare	5	3,4	500	1700	0,025380711	0,040494828
Veronica hederifolia	2	18,25	200	3650	0,054493879	0,068861314
Veronica persica	30	15,2	3000	45600	0,680800239	0,113680228
Total	46			66980		0,524804415
Q3						
Geranium dissectum	4	16,67	400	6668	0,097817158	0,098754731
Lamium amplexicaule	2	20	200	4000	0,058678559	0,072263852
Medicago polymorpha	15	11	1500	16500	0,242049055	0,149125602
Papaver hybridum	1	8	100	800	0,011735712	0,022655681
Papaver rhoeas	8	12	800	9600	0,140828541	0,11988865
Polygonum aviculare	8	2	800	1600	0,023471424	0,038245759
Stellaria media	8	10	800	8000	0,117357118	0,109199691
Veronica hederifolia	4	15	400	6000	0,088017838	0,092896606
Veronica persica	15	10	1500	15000	0,220044596	0,144676966
Total	65			68168		0,847707537
Q4						
Carsella bursa-pastoris	2	20	200	4000	0,051712993	0,066523611
Geranium dissectum	3	8	300	2400	0,031027796	0,046797644
Lamium amplexicaule	4	20	400	8000	0,103425986	0,101912898
Lithospermum arvense	1	30	100	3000	0,038784745	0,054738425
Lolium rigidum	10	40	1000	40000	0,517129929	0,148106181
Medicago polymorpha	5	15	500	7500	0,096961862	0,098261059
Papaver hybridum	2	6	200	1200	0,015513898	0,028068971
Papaver rhoeas	5	12	500	6000	0,077569489	0,086126107
Polygonum aviculare	8	2	800	1600	0,020685197	0,034840912
Veronica hederifolia	2	18,25	200	3650	0,047188106	0,06257933
Total	42			77350		0,727955138
Q5						
Carsella bursa-pastoris	0,2	20	20	400	0,004920049	0,011355624
Lamium amplexicaule	4	23	400	9200	0,113161132	0,107084686
Lathyrus annuus	0,2	15	20	300	0,003690037	0,008977746
Lolium rigidum	5	40	500	20000	0,24600246	0,149830394
Medicago polymorpha	10	15	1000	15000	0,184501845	0,135424223
Papaver rhoeas	8	12	800	9600	0,118081181	0,109558
Polygonum aviculare	2	4	200	800	0,009840098	0,019749083
Veronica hederifolia	10	14	1000	14000	0,172201722	0,13155566
Veronica persica	8	15	800	12000	0,147601476	0,122643439
Total	47			81300		0,796178855
Q6						
Medicago polymorpha	8	15	800	12000	0,590260698	0,135143807
Papaver rhoeas	5	12	500	6000	0,295130349	0,156414991
Polygonum aviculare	5	4	500	2000	0,098376783	0,099075985
Veronica persica	0,2	15	20	300	0,014756517	0,027019421
Vicia villosa	0,1	3	10	30	0,001475652	0,004177594
Total	18			20330		0,421831798

<b>Q7</b>						
Atriplex patula	0,2	6	20	120	0,003861004	0,00931776
Lamium amplexicaule	4	22	400	8800	0,283140283	0,155160405
Lathyrus annuus	2	15	200	3000	0,096525097	0,098007698
Lathyrus aphaca	0,2	5	20	100	0,003217503	0,008019566
Papaver hybridum	0,2	3	20	60	0,001930502	0,005240019
Papaver rhoeas	6	7	600	4200	0,135135135	0,117463746
Polygonum aviculare	3	2	300	600	0,019305019	0,033095169
Veronica hederifolia	4	9	400	3600	0,115830116	0,108437665
Veronica persica	8	12	800	9600	0,308880309	0,157593754
Vicia villosa	0,5	20	50	1000	0,032175032	0,048020625
Total	27			31080		0,740356405
<b>Q8</b>						
Lamium amplexicaule	0,2	22	20	440	0,017363852	0,030566525
Lolium rigidum	2	40	200	8000	0,315706393	0,158079439
Medicago polymorpha	3	15	300	4500	0,177584846	0,133294137
Papaver hybridum	2	3	200	600	0,023677979	0,038492234
Papaver rhoeas	4	7	400	2800	0,110497238	0,105707025
Polygonum aviculare	3	2	300	600	0,023677979	0,038492234
Veronica hederifolia	4	9	400	3600	0,142067877	0,12040311
Veronica persica	4	12	400	4800	0,189423836	0,136871105
Total	22			25340		0,761905809
<b>Q9</b>						
Atriplex patula	0,2	4	20	80	0,001227559	0,003573371
Geranium dissectum	0,2	22	20	440	0,006751573	0,01465493
Lolium rigidum	10	38	1000	38000	0,583090379	0,136597157
Medicago polymorpha	2	20	200	4000	0,061377935	0,074389304
Papaver hybridum	0,5	5	50	250	0,003836121	0,009268481
Papaver rhoeas	10	20	1000	20000	0,306889673	0,157439842
Polygonum aviculare	5	4	500	2000	0,030688967	0,046432952
Veronica persica	1	4	100	400	0,006137793	0,013576724
Total	28			65170		0,455932761
<b>Q10</b>						
Lamium amplexicaule	25	22	2500	55000	0,632765762	0,125766642
Lithospermum arvense	2	30	200	6000	0,069028992	0,080140483
Medicago polymorpha	4	15,25	400	6100	0,070179475	0,080972369
Papaver hybridum	0,5	6	50	300	0,00345145	0,008497464
Papaver rhoeas	3	12,2	300	3660	0,042107685	0,057924959
Polygonum aviculare	4	4	400	1600	0,018407731	0,031937409
Veronica hederifolia	5	18,25	500	9125	0,104981592	0,1027651
Veronica persica	3	15,2	300	4560	0,052462034	0,067159529
Vicia villosa	0,5	11,5	50	575	0,006615278	0,014417681
Total	46			86920		0,569581634

**Taula 17. Resultats dels càlculs de biovolum, proporció d'individus de l'espècie respecte del total (p) i índex de Shannon del camp Mojà 3.**

	Mojà 3					
<b>Q1</b>	Cobertura	Alçada (cm)	Superfície (cm2)	Biovolum (cm3)	p	H'
Atriplex patula	0,2	8	20	160	0,000483004	0,001601666
Lactuca serriola	5	40	500	20000	0,060375536	0,07360617
Lamium amplexicaule	40	40	4000	160000	0,483004287	0,152653029
Medicago polymorpha	20	30	2000	60000	0,181126607	0,134399157
Papaver hybridum	0,5	22	50	1100	0,003320654	0,00823116
Papaver rhoeas	30	27	3000	81000	0,24452092	0,149569529
Polygonum aviculare	5	8	500	4000	0,012075107	0,023161372
Veronica persica	2	25	200	5000	0,015093884	0,027488966
Total	102			331260		0,57071105
<b>Q2</b>						
Avena sterilis	20	58	2000	116000	0,537783959	0,14487478
Medicago polymorpha	20	30	2000	60000	0,278164117	0,154575492
Papaver hybridum	1	22	100	2200	0,010199351	0,020311268
Papaver rhoeas	5	27	500	13500	0,062586926	0,075324391
Polygonum aviculare	10	8	1000	8000	0,037088549	0,053064818
Rumex crispus	1	35	100	3500	0,01622624	0,029041434
Veronica persica	5	25	500	12500	0,057950858	0,071681742
Total	62			215700		0,548873925

<b>Q3</b>						
Avena sterilis	5	40	500	20000	0,137080192	0,118303673
Diploaxis erucoides	5	42	500	21000	0,143934202	0,121168992
Lamium amplexicaule	3	23	300	6900	0,047292666	0,062672535
Medicago polymorpha	2	23	200	4600	0,031528444	0,047333573
Papaver hybridum	1	4	100	400	0,002741604	0,007023976
Papaver rhoeas	3	25	300	7500	0,051405072	0,066260831
Polygonum aviculare	4	5	400	2000	0,013708019	0,025538387
Torilis nodosa	1	23	100	2300	0,015764222	0,028412229
Veronica hederifolia	3	29	300	8700	0,059629883	0,073018941
Veronica persica	25	29	2500	72500	0,496915696	0,150921886
Total	52			145900		0,700655084
<b>Q4</b>						
Diploaxis erucoides	10	42	1000	42000	0,257985258	0,151799844
Geranium dissectum	2	12	200	2400	0,014742015	0,026999162
Medicago polymorpha	8	23	800	18400	0,113022113	0,107013471
Papaver hybridum	10	4	1000	4000	0,024570025	0,039547774
Papaver rhoeas	10	25	1000	25000	0,153562654	0,124956141
Polygonum aviculare	4	5	400	2000	0,012285012	0,023472044
Torilis nodosa	5	22	500	11000	0,067567568	0,079071738
Veronica persica	20	29	2000	58000	0,356265356	0,159687541
Total	69			162800		0,712547715
<b>Q5</b>						
Avena sterilis	20	55	2000	110000	0,330827068	0,158928981
Capsella bursa-pastoris	2	38	200	7600	0,022857143	0,03750807
Diploaxis erucoides	3	30	300	9000	0,027067669	0,042429902
Lamium amplexicaule	2	35	200	7000	0,021052632	0,035298813
Medicago polymorpha	30	38	3000	114000	0,342857143	0,159389759
Papaver rhoeas	5	32	500	16000	0,048120301	0,063406757
Polygonum aviculare	2	8	200	1600	0,00481203	0,011152706
Torilis nodosa	2	18	200	3600	0,010827068	0,021280484
Veronica hederifolia	4	28	400	11200	0,033684211	0,04960248
Veronica persica	15	35	1500	52500	0,157894737	0,126573528
Total	85			332500		0,70557148
<b>Q6</b>						
Diploaxis erucoides	25	30	2500	75000	0,337078652	0,159191714
Medicago polymorpha	17	38	1700	64600	0,290337079	0,155939318
Papaver rhoeas	4	32	400	12800	0,05752809	0,071341737
Polygonum aviculare	2	8	200	1600	0,007191011	0,015411847
Torilis nodosa	5	18	500	9000	0,040449438	0,056349607
Veronica persica	17	35	1700	59500	0,26741573	0,15317922
Total	70			222500		0,611413444
<b>Q7</b>						
Atriplex patula	1	8	100	800	0,009321836	0,018927975
Diploaxis erucoides	5	40	500	20000	0,23304591	0,147415175
Geranium dissectum	1	10	100	1000	0,011652296	0,022530745
Medicago polymorpha	15	25	1500	37500	0,436961081	0,157112521
Papaver rhoeas	1	13	100	1300	0,015147984	0,027563956
Polygonum aviculare	10	2	1000	2000	0,023304591	0,038046108
Torilis nodosa	2	15	200	3000	0,034956887	0,050913561
Veronica persica	10	20	1000	20000	0,23304591	0,147415175
Vicia	0,2	11	20	220	0,002563505	0,006642467
Total	45			85820		0,616567682

<b>Q8</b>						
Atriplex patula	0,5	10	50	500	0,003037667	0,007647205
Diploaxis erucoides	5	40	500	20000	0,121506683	0,111227197
Geranium dissectum	1	10	100	1000	0,006075334	0,013465552
Lamium amplexicaule	2	35	200	7000	0,042527339	0,058319092
Lithospermum arvense	2	30	200	6000	0,036452005	0,052428138
Lolium rigidum	10	40	1000	40000	0,243013366	0,149300083
Medicago polymorpha	30	25	3000	75000	0,455650061	0,155544609
Papaver hybridum	5	4	500	2000	0,012150668	0,023273388
Papaver rhoeas	1	13	100	1300	0,007897934	0,0166053
Polygonum aviculare	15	2	1500	3000	0,018226002	0,031700642
Veronica hederifolia	1	28	100	2800	0,017010936	0,030096969
Veronica persica	3	20	300	6000	0,036452005	0,052428138
Total	75			164600		0,702036312
<b>Q9</b>						
Capsella bursa-pastoris	4	38	400	15200	0,104755341	0,102641779
Diploaxis erucoides	1	29	100	2900	0,019986216	0,033961966
Geranium dissectum	1	20	100	2000	0,013783598	0,025646277
Lactuca serriola	1	22	100	2200	0,015161957	0,027583311
Lamium amplexicaule	2	23	200	4600	0,031702274	0,047518843
Medicago polymorpha	30	24	3000	72000	0,496209511	0,15101388
Papaver hybridum	2	18	200	3600	0,024810476	0,039829867
Papaver rhoeas	8	28	800	22400	0,154376292	0,125263917
Polygonum aviculare	10	5	1000	5000	0,034458994	0,050403081
Veronica persica	4	38	400	15200	0,104755341	0,102641779
Total	63			145100		0,7065047
<b>Q10</b>						
Capsella bursa-pastoris	6	38	600	22800	0,239596469	0,148674302
Geranium dissectum	3	20	300	6000	0,063051702	0,075681159
Lactuca serriola	5	22	500	11000	0,115594788	0,108319454
Medicago polymorpha	10	24	1000	24000	0,25220681	0,150881007
Papaver hybridum	4	18	400	7200	0,075662043	0,084826376
Papaver rhoeas	8	28	800	22400	0,235393022	0,147875407
Polygonum aviculare	2	5	200	1000	0,010508617	0,02079082
Veronica persica	0,2	38	20	760	0,007986549	0,016752911
Total	38			95160		0,753801436



**Taula 18.** Resultats dels càlculs de biovolum, proporció d'individus de l'espècie respecte del total (p) i índex de Shannon del camp Collsuspina.

	COLLSUSPINA					
Q1	Cobertura	Alçada (cm)	Superfície (cm2)	Biovolum (cm3)	p	H'
Vicia pannonica	25	15	2500	37500	0,12820513	0,1143711
Lolium rigidum	85	30	8500	255000	0,87179487	0,0519465
Total	110			292500		0,1663176
Q2						
Vicia pannonica	20	15	2000	30000	0,1	0,1
Lolium rigidum	90	30	9000	270000	0,9	0,04118174
Total	110			300000		0,14118174
Q3						
Lolium rigidum	75	18	7500	135000	0,9951349	0,00210774
Veronica hederifolia	0,5	4	50	200	0,00147427	0,00417429
Lactuca serriola	1	4	100	400	0,00294855	0,00746098
Lathyrus aphaca	0,1	6	10	60	0,00044228	0,00148355
Total	76			135660		0,01522656
Q4						
Lolium rigidum	50	18	5000	90000	0,92269838	0,0322393
Veronica hederifolia	0,1	4	10	40	0,00041009	0,00138902
Vicia pannonica	5	15	500	7500	0,07689153	0,08566651
Total	55			97540		0,11929483
Q5						
Vicia pannonica	2	12	200	2400	0,01574803	0,02839014
Lolium rigidum	75	20	7500	150000	0,98425197	0,00678515
Total	77			152400		0,03517528
Q6						
Polygonum convolvulus	0,1	4	10	40	0,00024994	0,00090032
Lolium rigidum	80	20	8000	160000	0,99975006	0,00010853
Total	80			160040		0,00100885
Q7						
Lolium rigidum	50	13	5000	65000	1	0
Total	50			65000		0
Q8						
Lolium rigidum	75	19,2	7500	144000	1	0
Total	75			144000		0
Q9						
Lolium rigidum	50	15	5000	75000	1	0
Total	50			75000		0
Q10						
Lolium rigidum	85	19,2	8500	163200	1	0
Total	85			163200		0

## ANNEX B. Càlcul del Rendiment

Taula 19. Resultats dels càlculs de rendiment (g/m<sup>2</sup>) (kg/ha) de cada camp.

	La llavinera 1									
	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10
espigues/m2	434	421	460	463	382	553	364	579	485	430
grans/espiga	17,57	22,13	17,97	23,33	20,5	18,47	20,73	17,30	18,13	15,77
pes 1000 grans	44,74	37,6	45,1	47,9	41,6	39,7	41,8	40,4	39,3	44,3
Rendiment (g/m2)	341,0947773	350,3618133	372,736467	517,479667	325,7696	405,4190467	315,461813	404,67468	345,6304	300,339233
Rendiment (kg/ha)	3410,947773	3503,618133	3727,36467	5174,79667	3257,696	4054,190467	3154,61813	4046,7468	3456,304	3003,39233
	La llavinera 2									
	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10
espigues/m2	Caiguts		331	314	305	290	327	231	305	264
grans/espiga			17,1	16,53	17,07	25,17	26,2	21,10	25,47	23,20
pes 1000 grans			35,1	32,25	31,25	43,1	42,2	37,9	40,4	38,7
Rendiment (g/m2)			198,66951	167,4248	162,666667	314,5581667	361,54428	184,72839	313,8002667	237,02976
Rendiment (kg/ha)			1986,6951	1674,248	1626,66667	3145,581667	3615,4428	1847,2839	3138,002667	2370,2976
	Calonge 1									
	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10
espigues/m2	510	504	491	517	438	432	454	503	Caigut	364
grans/espiga	21,93	20,3	22,47	23,6	25,8	22,93	23,7	24,27		25,73
pes 1000 grans	35,1	37,1	37,5	37,8	38,4	34,4	37	38,3		39,5
Rendiment (g/m2)	392,6286	379,57752	413,6675	461,20536	433,93536	340,80768	398,1126	467,494907		369,993867
Rendiment (kg/ha)	3926,286	3795,7752	4136,675	4612,0536	4339,3536	3408,0768	3981,126	4674,94907		3699,93867
	Calonge 2									
	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10
espigues/m2	355	405	313	325	376	326	380	373	334	590
grans/espiga	25,97	22,27	21	21,97	19,00	22,97	19,9	23,8	27,6	21,27
pes 1000 grans	31,4	30,9	37,3	38,4	35,2	35,4	32,6	39,4	34,3	35,6
Rendiment (g/m2)	289,4504333	278,6562	245,1729	274,144	251,4688	265,04452	246,5212	349,76956	316,19112	446,685067
Rendiment (kg/ha)	2894,504333	2786,562	2451,729	2741,44	2514,688	2650,4452	2465,212	3497,6956	3161,9112	4466,85067
	Moià 1									
	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10
espigues/m2	409	890	403	402	603	669	526	353	448	637
grans/espiga	41,63	29,50	32	29,07	29,10	35,3	35,5	25,9	26,63	26,37
pes 1000 grans	39,3	36,7	43,7	34	36,1	37,6	38,8	44,7	39,6	38,6
Rendiment (g/m2)	669,20171	963,5585	563,5552	397,2832	633,45753	887,95032	724,5124	408,67869	472,49664	648,308873
Rendiment (kg/ha)	6692,0171	9635,585	5635,552	3972,832	6334,5753	8879,5032	7245,124	4086,7869	4724,9664	6483,08873
	Moià 2									
	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10
espigues/m2	609	441	373	422	345	281	311	432	647	618
grans/espiga	39,8	31,50	31,23	30,6	28,93	35,33	30,47	36,53	35,33	38,17
pes 1000 grans	29,5	38,6	38,5	38,4	40,1	40,4	42,6	40,7	30,2	33,5
Rendiment (g/m2)	715,0269	536,2119	448,526283	495,86688	400,2782	401,1181333	403,64068	642,34368	690,3921333	790,1645
Rendiment (kg/ha)	7150,269	5362,119	4485,26283	4958,6688	4002,782	4011,181333	4036,4068	6423,4368	6903,921333	7901,645
	Moià 3									
	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10
espigues/m2	653	511	640	468	538	567	560	378	511	627
grans/espiga	33,2	39,30	35,97	33,23	27,23	36,3	32,1	29,2	32,67	27,77
pes 1000 grans	25,8	33,1	28,5	32	26,31	28,6	29,5	35,9	32,1	27,61
Rendiment (g/m2)	559,33368	664,72413	656,032	497,7024	385,481842	588,64806	530,292	396,24984	535,8346	480,681817
Rendiment (kg/ha)	5593,3368	6647,2413	6560,32	4977,024	3854,81842	5886,4806	5302,92	3962,4984	5358,346	4806,81817
	Collsuspina									
	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10
espigues/m2	226	198	278	251	281	189	579	405	321	328
grans/espiga	24,1	18,167	25,6	25,3	21,13	26,17	13,7	20,53	17,27	19,7
pes 1000 grans	42,1	39,6	39,8	38,2	37,8	40,25	39	50,1	36,6	37,3
Rendiment (g/m2)	229,30186	142,4412	283,24864	242,58146	224,47404	199,056375	309,3597	416,6316	202,85916	241,01768
Rendiment (kg/ha)	2293,0186	1424,412	2832,4864	2425,8146	2244,7404	1990,56375	3093,597	4166,316	2028,5916	2410,1768